



أفلام ل..

سنيفن هوكنج

تأليف

ج.ب. مارك ايضوى

أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام

المشروع القومي للترجمة

أقدم لك

ستيغن هوكنج

تأليف

ج. ب. ماك إيفوي

أوسكار زاريت

ترجمة

ممدوح عبد المنعم محمد

مراجعة وإشراف وتقديم

إمام عبد الفتاح إمام

المجلس الأعلى للثقافة

رقم الايداع بدار الكتب المصرية

٢٠٠٢/٤١٧٣

الترقيم الدولى I.S.B.N

977-5769-47-7

المشروع القومي للترجمة

إشراف: جابر عصفور

هذه ترجمة لكتاب:

Stephen Hawking



J. P. Mc Evoy
and Oscar Zarate

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمجلس الأعلى للثقافة

شارع الجبلية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت: ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس: ٧٣٥٨٠٨٤

El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo

Tel : 7352396 Fax : 7358084 E.Mail: Asfour@onebox.com

تهدف إصدارات المشروع القومي للترجمة إلى تقديم كافة الاتجاهات والمذاهب الفكرية للقارئ العربي وتعريفه بها، والأفكار التي تتضمنها هي اجتهادات أصحابها في ثقافتهم المختلفة ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس الأعلى للثقافة.

مقدمة

بقلم المراجع

أقدم لك ... هذا الكتاب ... !

هذا هو الكتاب الثانى عشر من سلسلة «أقدم لك ...» عن عالم الفيزياء النظرى البريطانى «ستيفن وليم هوكنج» (١٩٤٢ -) الذى يُعد معجزة بجميع المقاييس فهو معجزة بشرية : عبقرية علمية تجلس على كرسى متحرك؛ رجل مقعد يصعب عليه الكلام أو الكتابة، لكنه تغلب على ذلك كله بعبقريته ليصبح معجزة فى ميدان الفيزياء يقارنون بينه وبين «نيوتن» من ناحية و«أينشتين» من ناحية أخرى.

يتابع «هوكنج» : نظرية أينشتين فى النسبية العامة - لا سيما فى مجال الجاذبية - بعد أن انتقل عام ١٩٦٢ من جامعة أكسفورد إلى جامعة كيمبردج ليتابع أبحاثه فى هذا الميدان. وتؤدى هذه الدراسة إلى البحث فى نظرية الكم المتعلقة بالجاذبية، وذلك فى محاولة لتفسير موضوعين هامين :

الأول : ما يسمى بالانفجار العظيم ، الذى بدأ منه - الكون.

الثانى : «الثقوب السوداء». بالإضافة إلى تفسير التفردات (وأحياناً تسمى بالأمور «الشاذة») التى لم تفسرها نظرية النسبية الكلاسيكية تفسيراً كافياً.

ويقدم «هوكنج»، فى كتابه «تاريخ موجز للزمان» عام ١٩٨٨ تفسيراً شعبياً مبسطاً للكسمولوجيا، ولهذا السبب يصبح من أكثر الكتب رواجاً فى العالم ... ولقد نجح فى أن يبين لنا أن أية نظرية فى كسمولوجيا النسبية العامة لابد أن تكون «متفردة» فالتفرد فى عالمنا هو «الانفجار العظيم» الذى يبدأ منه الكون. وهو نظرية أصبحت مقبولة الآن. أما الجوانب الهامة فى بحوث «هوكنج» الأخيرة فقد تركزت حول النظرية النسبية العامة فى مجال الثقوب السوداء.

كما يحاول هذا العبقرى الفذ تقديم مركب شامل يجمع بين رياضيات الكم والنظرية

النسبية وذلك مع بداية نشره لكتاب « البنية العريضة للزمكان Space-Time » عام ١٩٧٣ بالاشتراك مع ج.ف. اليس G.F. Ellis.

ولقد تم تعيين هوكنج أستاذاً للفيزياء في جامعة كيمبردج عام ١٩٧٧ تقديراً لهذا الرجل العملاق من زاويتي عبقريته العلمية وعجزه البشري !

أما مؤلف الكتاب فهو ج. ب ماك إيفسوي الذي نال درجة الدكتوراة في الفيزياء من جامعة لندن عام ١٩٦٨ . وظل ما يقرب من خمس وعشرين سنة يعمل ويدرس في ميدان البحوث الفيزيائية في جامعة كلارك ، والمدرسة الأمريكية في لندن، ونشر أكثر من خمسين بحثاً. ثم عمل بعد ذلك في ميدان تبسيط العلم في الصحافة وأجهزة الإعلام المختلفة لا سيما البرامج التعليمية في التليفزيون. ومن هنا كان لديه خبرة واسعة في تبسيط وتوضيح المصطلحات العلمية على نحو ما يتضح في كتابنا الحالي.

أما الفنان أوسكار زاريت الذي قام بتصميم الرسوم التوضيحية، فقد سبق أن شارك في إعداد كتب كثيرة من هذه السلسلة، صدر منها بالفعل كتاب «الذهن والمخ» (العدد ٣٠٩ من المشروع القومي للترجمة) كما شارك في إعداد كتب أخرى مثل : فرويد، وكلاين، وماكيافلي، ولينين ... إلخ وهي كتب نرجو أن تصدر تبعاً في هذه السلسلة. وبعد ...

فإننا لنأمل أن نكون بترجمتنا لهذا الكتاب قد أضفنا جديداً إلى المكتبة العربية ، ضمن المشروع القومي للترجمة.

والله نسأل أن يهدينا جميعاً سبيل الرشاد،

المشرف على السلسلة

إمام عبد الفتاح إمام

أكثر الرجال حفظاً في العالم

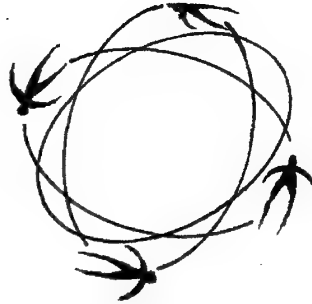
فى يوم التاسع عشر من شهر أكتوبر عام ١٩٩٤ جلس مؤلف هذا الكتاب مع ستيفن هوكينج، ثم بدأ بسؤال ربما يبدو جريئاً إن لم يكن وقحاً : هل يعتبر هوكينج نفسه محظوظاً؟



أوافق على كونى محظوظاً فى كل شىء عدا إصابتى بمرض
معرك الأعصاب، وحتى المرض لم يكن على قدر كبير من
النكبة بالنسبة لى. فلقد تمكنت من التغلب على آثار المرض
بواسطة الكثير من المساعدة. فلقد كنت على قدر كبير من
الرضا لأصل إلى النجاح بغض النظر عن المرض.

وفى الحقيقة فإننى أكثر سعادة مما كنت قبل إصابتى
بالمرض. ولا أستطيع أن أجزم بأن المرض كان بمثابة
منفعة لى، ولكنه لم يكن على درجة العيب العالية
التي كانت متوقعة منه.





كل الناس تعرف حظ هوكنج
السيء. فلقد بدأ فى أحد أيام
ربيع عام ١٩٦٢ بعد الظهر حينما
شعر أنه لا يستطيع تحريك يده
لربط رباط حذائه. وكان يعلم أن
هناك شيئاً سيئاً قد حدث لجسده.
وفى نفس العام كان قد أكمل أول
خطوة فى طريقه العلمى حينما
حصل على شهادته من جامعة
أوكسفورد، وتم قبوله كطالب
دراسات عليا فى جامعة
كيمبردج. ولكنه قد أصيب بمرض
محرك الأعصاب أو
Amyotrophic Lateral Sclerosis
(ALS). وهذا المرض ميت ولا
يمكن الشفاء منه، لذلك أمهله
الأطباء عامين فقط فى حياته.



ومثلما نعتقد نحن في السير الذاتية
والأخبار الصحفية في الصحيفة
المصغرة، فقد قضى هوكنج شهوراً
عديدة بعد ذلك في اكتئاب عميق
في مكانه في الجامعة وهو يشرب
الخمر ويستمتع لـ «فاجنر». ومما زاد
مرارة هوكنج أنه قد تم إخباره بأن
عالم الكونيات الشهير «فيرد
هولي» (ولد عام ١٩١٥)، السبب
الذي جعله يختار جامعة كيمبردج
كأول خياراته، لن يشرف على
أبحاثه.

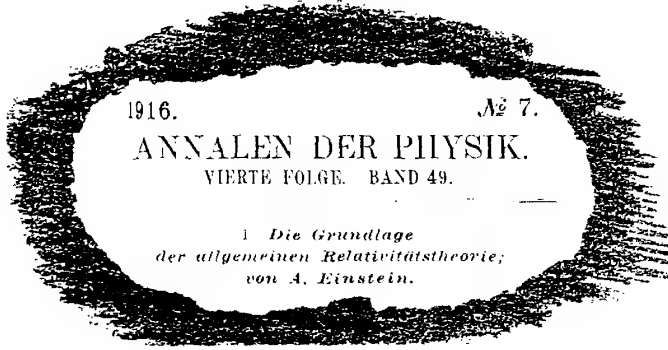
ولكن سرعان ما بدأ حظه في التغير، فلقد أعجبت به جان وايلد، الفتاة التي قابلها في ليلة رأس السنة عام ١٩٦٢، إعجاباً حقيقياً. كذلك قامت جامعة كامبريدج بالتسجيل له مع دينيس سكياما (ولد عام ١٩٢٦) وهو أحد أفضل المشرفين على الأبحاث علماً وأكثرهم إلهاماً في مجال علم الكونيات النسبي.



وبمجرد قبول أن قدرات ستيفن هوكينج الطبيعية قد تأثرت وحددت بصرامة نتيجة مرض (ALS) العنيف، بدأت سلسلة كاملة من الأحداث المبشرة بالخير في الحدوث في بداية الستينات من القرن العشرين والتي مكنته من تحقيق قدره لأن يكون واحداً من رواد علم الكونيات في العصر الحديث.

أول شيء كان المجال الذي اختاره وهو الفيزياء النظرية والتي لا تتطلب أي أدوات سوى عقله ، كما أنها لم تتأثر لأي درجة من الدرجات بمرضه . وقد وجد شريكاً قادراً على مساعدته وهي جاين وايلد وكذلك مشرفاً على رسالته ملائماً لهواه وهو «سكياما» . ثم قابل «روجر بنروز» (ولد عام ١٩٣١) عالم الرياضيات اللامع الذي كان يعمل في مجال الثقوب السوداء والذي كان مقررأ له أن يقوم بتعليمه طرق ووسائل تحليل جديدة في الفيزياء . ولقد قام بنروز بحل مشاكل بحثية ساعدت على استمرار هوكنج في رسالته وكذلك وضعه في الاتجاه الأساسي للفيزياء النظرية.





وقد كان هوكينج على موعد آخر مع القدر فى نفس الوقت. فقد كانت هناك نظرية تطبق على نطاق واسع فى مسائل عملية فى علم الكونيات وهى النظرية النسبية العامة لأينشتين، وقد بدا أن التنبؤات التى تم بناؤها على هذه النظرية لم تقبل لعشرات السنوات بسبب شدة غرابتها. وفى بداية الستينات كان العصر الذهبى للبحث فى علم الكونيات المبني على النسبية العامة على وشك أن يبدأ. وكان الشاب الطموح برغم كونه أعرج قليلاً الذى خطط لأن يكون عالماً فى الفيزياء النظرية جاهزاً للعمل. ولم يكن يعرف مدة حياته ... ولكنه بالتأكيد كان فى المكان المناسب فى الوقت المناسب.



ويسمى هوكنج بعالم الكونيات النسبية، وهذا يعنى أنه درس الكون ككل (كونيات) واستخدم النظرية النسبية بصورة أساسية (نسبية).^{١٠}
وبما أن هوكنج قد قضى حياته العملية كلها كعالم فيزياء نظرية (منذ بداية الستينات وحتى منتصف العقد الأخير من القرن العشرين) فى دراسة نسبية أينشتاين العامة، فمن الأفضل أن نعرف عما تدور هذه النظرية.

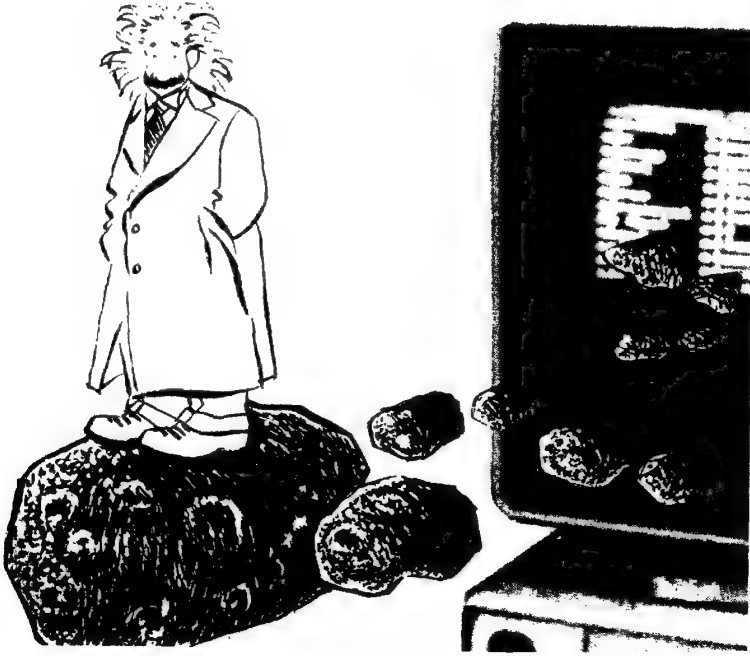


النظرية النسبية العامة

فى برلين، فى شهر نوفمبر عام ١٩١٥ كان ألبرت أينشتين (١٨٧٩ - ١٩٥٥) قد أكمل لتوه نظريته عن النسبية العامة، وهى عبارة عن صياغة رياضية يتم فيها استخدام الفضاء المنحنى والوقت المتلوى فى وصف الجاذبية. وقد بدأ علم الكونيات ككل بعد ذلك بعامين عندما نشر أينشتين بحثاً آخر تحت اسم «اعتبارات كونية» والذى قام فيه بتطبيق نظريته على كل الكون.

ومن الصعب أن يتمكن أحد من النظرية النسبية، ولكن الكثير من التلاميذ الذين يفهمونها يوافقون على كونها نظرية ممتازة ورائعة لوصف الجذب.

وعملية وصف مجموعة من المعادلات الرياضية بأنها رائعة لا يساعدنا على فهم كيفية اختلاف نظرية أينشتين عن نظرية إسحق نيوتن (١٦٤٢ - ١٧٢٧)، ولكن المثال الذى يوضح كيفية وصف الجاذبية بواسطة كلا النظريتين وفى نفس الظروف الفيزيائية من الممكن أن يفى بالغرض.



لماذا يجب على عالم الكونيات أن يقوم بدراسة الجذب؟

علم الكونيات هو دراسة كل الكون ويبنى كثير من هذا العلم على افتراض الحرف - الواسع - ويحدد الجذب التركيب الكبير للكون أو ببساطة أكثر فإن الجذب يحفظ الكواكب والنجوم والمجرات معاً. وهذا هو أكثر المبادئ أهمية في هذا المجال.

وحتى العصر الحديث كان يُعتقد أن علم الكونيات هو علم زائف يوكل للأساتذة الفخريين المتقاعدين. ولكن في العقود الثلاثة الأخيرة أدت أعمال هوكنج بالإضافة إلى تطوبرين أساسيين قاموا بتغيير هذه المادة بصورة مثيرة.

القصة الكاملة بدأت من نيوتن
ثم أينشتاين ثم هوكنج .
في البداية نيوتن.

الأول هو التقدم الهائل في علم الفلك القائم على الملاحظة التي تصل إلى أبعد المجرات، الشيء الذي جعل الكون عبارة عن تعمل لاختبار النماذج الكونية. الثاني هو نظرية النسبية العامة لإينشتاين التي تم إثباتها العديد من المرات حتى أصبحت صحيحة ومقبولة لوصف الجاذبية في الكون كله. والفيزياء علم تراكمي حيث أن النظريات الجديدة تبني على القديمة ويتم قبول الأفكار التي تحقق النتائج العملية ونبت تلك التي لا تتماشى مع النتائج العملية. وهدفنا النهائي هو فهم إسهامات هوكنج الذي وصل بنظرية الجذب لإينشتاين إلى أبعد حدودها.

وهناك أمر هام آخر وهو أن نفهم معظم النظريات الجزئية. فعلى سبيل المثال تعتبر قوانين الجاذبية لنيوتن صحيحة فقط عندما تكون الجاذبية ضعيفة ويجب أن نحل محلها بنظرية النسبية العامة لإينشتاين في حالة الجاذبية القوية. وبالمثل فإن النسبية يجب أن تتبدل بميكانيكا الكم عند دراسة التفاعلات عند مقاييس ميكروسكوبية مثل الانفرادية Singularity أو عند منتصف أو حافة الثقب الأسود. وهوكنج هو صاحب الحظ السعيد الذي دمج النسبية مع ميكانيكا الكم في صورة الجذب الكمي والتي تسمى في الأوساط العلمية بنظرية كل شيء.



نيوتن : مبدأ القوة

قدم نيوتن مبدأ قوة الجذب الثقالي وذكر أن الجذب المتبادل بين كتلتين يتناسب تناسباً طردياً مع كتليهما (أى كمية المادة التى تحتوى كلا (ج)) وعكسياً مع مربع المسافة بين الجسمين .



والتجاذب هو أضعف قوة فى الطبيعة كما نستنتج من خلال قيمة ثابت الجذب ج فى الوحدات العملية :

ج = 6.67×10^{-11} نيوتن متر^٢ / كيلوجرام^٢
والنيوتن هو وحدة عملية للقوة ويساوى تقريباً ربع رطل.

أربعة أنواع من القوى فى الكون

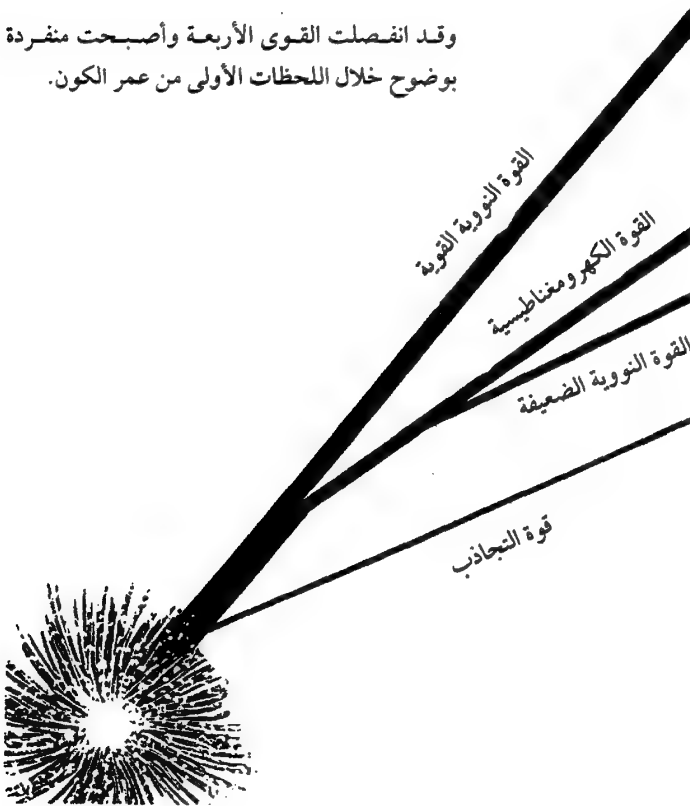
القوة الكهرومغناطيسية : تقوم بحفظ الذرات مع بعضها وهى أساس لكل التفاعلات الكيميائية.

القوة النووية القوية : تقوم بربط البروتونات والنيوترونات فى داخل النواة وهذه القوة هامة فى التفاعلات النووية مثل الانشطار والاندماج.

القوة النووية الضعيفة : وهى تحدد التحلل الاشعاعى مثل الإشعاع التلقائى لجسيمات ألفا وبيتا من داخل النواة.

قوة التجاذب : وهى المسؤولة عن التركيب الكبير للكون وتكوين المجرات والنجوم والكواكب.

وقد انفصلت القوى الأربعة وأصبحت منفردة بوضوح خلال اللحظات الأولى من عمر الكون.



عندما يقترب مصارعاً السومو من بعضهما داخل حلبة المصارعة (وليكن على بعد متر من بعضهما)، نجد أن القوة التي تجذبهما لبعضهما تعتبر ضئيلة جداً ... فهي أقل ألف مرة من القوة اللازمة لرفع قطعة مربعة من المناديل الورقية !

$$\text{ف ج} = \frac{(135)(135)(10^{-1} \times 6,67)}{(1 \text{ متر})^2} = 0,000012 \text{ نيوتن}$$

$$= 0,000027 \text{ رطل.}$$

حيث ١٣٥ كجم هو وزن الواحد منهم، للتحويل من نيوتن الى رطل نضرب في ٠,٢٢٥



ولكن قوة جذب كل منهما إلى الأرض أكبر بكثير. وذلك لأن الجسم الآخر الذى يجذبهم هو الأرض التى لها كتلة ٩٨, ٥ X ١٠^{٢٤} كجم.
ونصف قطر الكرة الأرضية هو ٦, ٣٧ X ١٠^٦ متر وبالتعويض عن هذه القيم نجد أن
هذه القوة هى :
ق ج = ٢٩٨ رطل (وهو وزن المصارع).



المبادئ الرياضية The Principia وصف عالم نيوتن

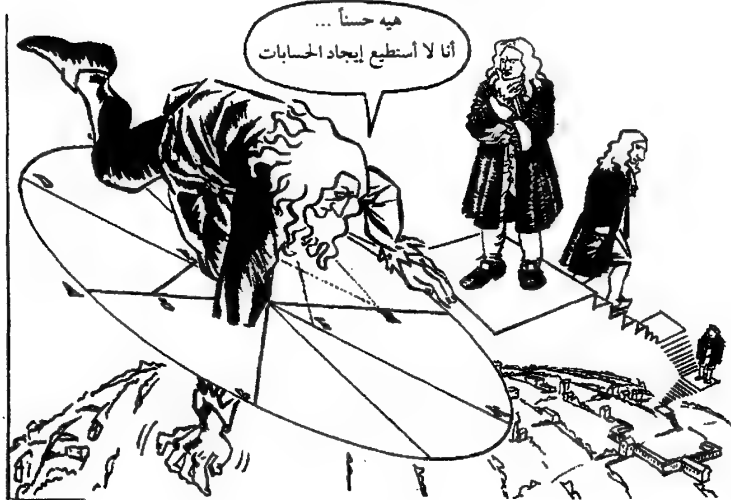
كان نيوتن مهتماً بصورة أساسية بالجاذبية بين الشمس والكواكب (أى النظام الشمسى). وقد نشأت القوة الدافعة لنشر مبادئه Principia من خلال مناقشة فى الجمعية الملكية فى عام ١٦٨٤ بين عالم الفلك إدمون هالى (١٦٥٦ - ١٧٤٢) والمهندس المعماري السيد كريستوفر رين (١٦٣٢ - ١٧٢٣) والمنافس التقليدى لنيوتن روبرت هوك (١٦٣٥ - ١٧٠٣).



وبدون تردد قام نيوتن (العبقري الناسك) بالرد على سؤال هالي عن المدار البيضاوي



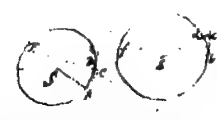
كلنا نعرف أن جوهانس كيبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) قد أوضح أن مدارات الكواكب تأخذ الشكل البيضاوي، لكن الإثبات الرياضي لذلك كان شيئاً آخر مرة ثانية.



Mass. v. Corp. in 1960

[illegible]

A T H E M A T I C A .
 S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc. Mathematico
 Officiæ Lecturæ, & Societatis Regiæ Sodali.
 IMPRIMATUR.
 PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
 Julii 5. 1686.
 LONDINI.
 excudit: Regiæ ac Typicæ Jussu Director. Prostat apud
 plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

[illegible]

نيوتن وهوكنج

تقوم الأوساط العلمية بمقارنة هوكنج عادة مع الآخرين من علماء الفيزياء المشهورين مثل نيوتن وإينشتين. فلم يكن هناك شخص واحد يتسيد جيله كله مثلما كان نيوتن وكذلك بالنسبة لهوكنج فهو واحد من مجموعة قليلة من العلماء البارعين المتكئين من علم الكونيات فى هذه الأيام. وبعض هذه المقارنات يبدو شيقاً جداً. فقد قضى نيوتن حياته العملية كلها فى كيمبردج مع أبحاثه ومعامله فى كلية تريتى. أما هوكنج فكان فى كيمبردج منذ بداية حياته فى الدراسات العليا فى عام ١٩٦٢ فيما عدا بعض سنوات الراحة القليلة التى قضاها فى الخارج. قام كلاهما بمحاولة توضيح الملاحظات الفيزيائية من خلال نظريات الجاذبية : نيوتن استخدم نظريته الخاصة وهوكنج استخدم النسبية العامة لإينشتين بصورة أساسية.

وقد ارتقى كلاهما نفس المنصب الرفيع فى كيمبردج وهو Lucasian . Chair of Mathematics



وكان التطبيق واسع النطاق لمبدأ نيوتن «المبادئ الرياضية» غير عادي بالمرة. فلقد نجحت النظرية في الحال ووجد أنها قابلة للتطبيق على كل أنواع الحركات في النظام الشمسي متضمنة القمر والمذنبات بالإضافة للكواكب. وكانت هذه النظرية دقيقة جداً لدرجة أنها استخدمت لاكتشاف كوكب نبتون والذي لم تكن رؤيته ممكنة بالتلسكوبات المتاحة في وقتها.



هذا فيما عدا مشكلة صغيرة واحدة وهي أن مدار عطارد لم يكن صحيحاً تماماً، ولكن لأن عطارد كان قريباً جداً من الشمس وكانت رؤيته صعبة فقد كان يعتقد أن هذا الاختلاف ناتج عن أخطاء متعلقة بالرصد وتم تبريرها بواسطة كل الناس خلال القرن ١٧ والقرن ١٨.

وقد تم اكتشاف مدارات المشتري والمريخ وزحل، ولم يكن أحد منزعجاً.

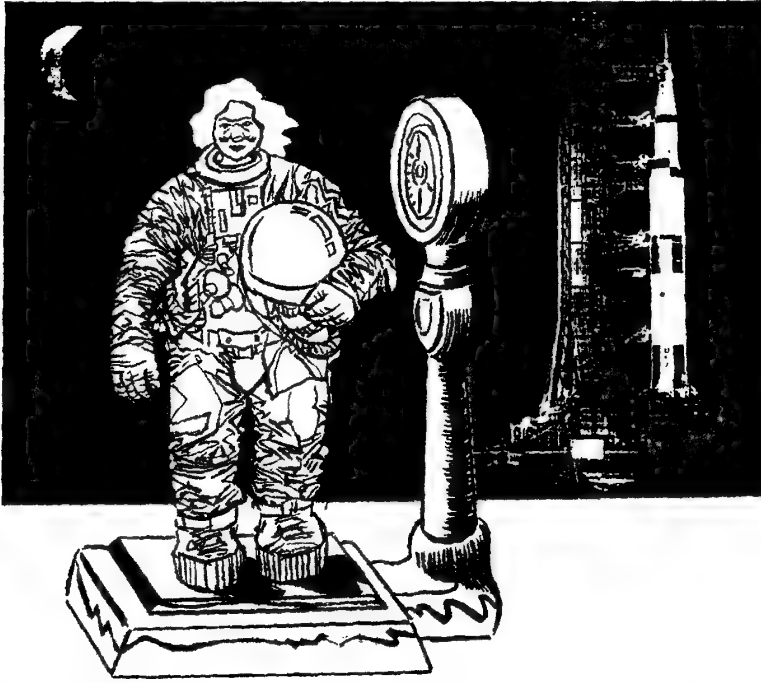
وربما يندهش الكثير إذا علموا أن الوصول إلى القمر بعد وفاة أينشتاين بنصف قرن لا يتطلب أى تحويلات لنظرية نيوتن. وقد استخدم مهندسو ناسا (وكالة الفضاء الأميركية) المبادئ الرياضية عندما كانوا يرسمون صواريخهم فى «كأب كيندى» عام ١٩٦٩



لكن الفرق بينهما يمكن تحايله إلا إذا كانت القياسات تتم بالشرب من جسم له كتلة كبيرة. ففى النظام الشمسى يمكن إهمال آثار نسبة أينشتاين واستخدام نظرية نيوتن

مبدأ الكتلة

لنأخذ في الاعتبار الطريقة الغريبة لإنقاص الوزن : رحلة إلى القمر ! عند نقل جسم في سفينة فضاء إلى القمر فإن وزنه ينقص إلى السدس ! ويمكن التحقق من نقصان الوزن هذا ببساطة جداً، باستخدام قانون نيوتن في الجاذبية للمقارنة بين قوة جذب الجسم على سطح الأرض (أى وزنه) بتلك على سطح القمر. بمجرد التعويض بالأرقام في المعادلة نرى هذا النقصان الغريب في الوزن. ولكن لاحظ كيفية استخدام الكتلة.



كتلة رجل الفضاء هي ٦٠ كجم (والتي تم تحديدها بواسطة ميزان وكتل عيارية) ،
وكتلة الأرض هي ١٠ x ٥,٩٨ ^{٢٤} كجم ونصف قطرها ٦,٣٧ x ١٠^٦ متر، وباستخدام
هذه القيم في معادلة نيوتن نجد أن الوزن يساوي :
الوزن = قج = ٥٩٠ نيوتن = ١٣٢ رطل.

والآن ما هو وزنه على القمر؟ استخدم نفس الطريقة ولكن هذه المرة بوضع كتلة القمر = $7,34 \times 10^{22}$ كجم ونصف قطره = $1,74 \times 10^6$ متر
الوزن = 97 نيوتن = $21,8$ رطل.
وحتى مصارع السومو سيزن 50 رطلاً فقط.



الكتلة، بالرغم من أنه لا يوجد شك حولها، إلا أن مبدئها ملىء بالحيل. ومن قبل أينشتين لم يكن فقط من الصعب فهمها ولكن أيضاً كانت غامضة بفضاعة. وإذا فكرنا في هذه الخاصية للأجسام التي تجعلها تنجذب ناحية أجسام أخرى تبعاً لقانون الجذب لنيوتن:

$$ق (قوة) = ج \frac{ك_1 ك_2}{ف^2} \quad (كتلة التجاذب)$$



بعد ذلك ، فكر فى خاصية الجسم التى تجعله يقاوم التغيرات فى سرعته كما فى قانون نيوتن الثانى للحركة

ق (قوة) = ك (كتلة القصور الذاتى) x جـ (المعجلة)

$$\text{أو جـ} = \frac{\text{ق (قوة)}}{\text{ك (كتلة)}}$$

وبالطبع إذا كانت الكتلة الهامدة كبيرة فإن المعجلة تكون صغيرة.

والآن هل يوجد اختلاف بين هاتين الكميتين،

كتلة التجاذب وكتلة القصور الذاتى ؟

لقد أريكننا نيوتن.



ألبرت أينشتاين. منقذ الفيزياء التقليدية

تم ترك عدم التوافقات في الفيزياء التقليدية لرجل واحد فقط ليقوم بتوضيحها ألا وهو ألبرت أينشتاين. وقد قرر علماء العصر الفيكتوري العظام أنه لم يبق سوى مشاكل تافهة، لكن أينشتاين حار في اتجاه لقلب فيزياء نيوتن رأساً على عقب. وإذا تخيلنا أن البناء النظري الذي وضعه نيوتن عبارة عن بيت مصنوع من بعض الكروت الورقية. ففي الواقع قام أينشتاين بإزالة اثنين من هذه الكروت فقط، وما حدث فقط هو أنهم كانوا في أساس هذا التكوين.



ولافتراض ذلك كان على أينشتاين أن يثبت أنه ليس بإمكان أي شيء أن يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الضوء والتي قال عنها أينشتاين أنها دائماً ثابتة. وقد أسمى أينشتاين هذا العمل بالنظرية الخاصة بالنسبية.

كانت أول أبحاث أينشتاين عن الديناميكا الكهربائية واهتمت بالإشارات الضوئية والساعات المتحركة. ولكنه بعد فترة وجيزة بدأ ينزعج بخصوص الجاذبية وأربكته خاصيتها المحيرة التي تسمى بالتأثير عن بعد. ووفقاً لنيوتن، إذا اختفت الشمس فجأة عند لحظة ما فيسختفي أيضاً مجالها عند الأرض فجأة والتي تبعد عنها ملايين الأميال. ولكن الضوء القادم من الشمس وبسرعته المحدودة يستمر في السير تجاه الأرض ولمدة ثماني دقائق بعد ذلك. وقد أربك ذلك أينشتاين مثلما فعل مبدأ الكتلة.



وبدا أينشتاين المنزعج يأخذ في اعتباره احتمال وجود طريقة أخرى لتفسير الجاذبية، والتي ربما لا تكون قوة على الإطلاق. وحيث أن حركة الأجسام التي تسقط سقوطاً حراً لا تعتمد على كتلة أو تركيب هذه الأجسام (كما اكتشف جاليليو في القرن الخامس عشر) فإن الجاذبية ربما تكون راجعة لخواص معينة للوسط الذي تسقط فيه أو راع نفسه. وبواسطة العديد من الخطوات الخاصة والإبداعية استنتج أينشتاين أن الفضاء ليس مستوياً ولكنه منحنٍ وهذه الانحناءات تنتج عن وجود الكتل في الكون. وكنيجة مباشرة فإن الأجسام التي تسير في الفضاء المنحني لا تتبع خطوطاً مستقيمة ولكنها بدلاً من ذلك تتبع مسارات أقل مقاومة عبر خطوط الكنتور للفضاء المنحني، وتسمى هذه المسارات



أينشتين وهوكنج

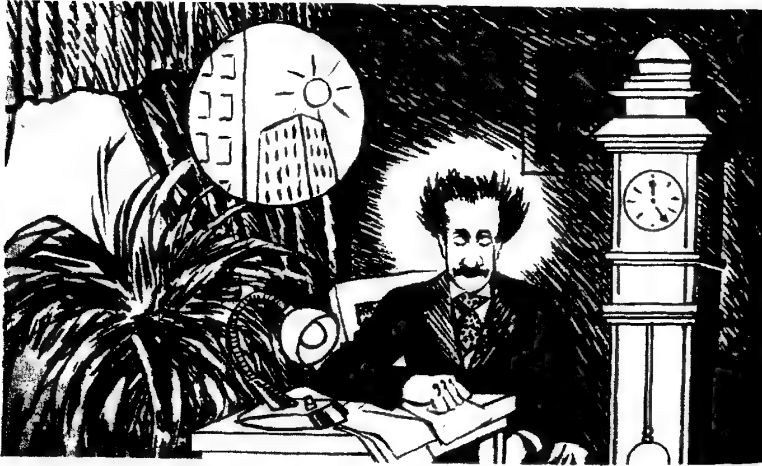
لقد أتت معظم الأعمال العظيمة في الفيزياء نتيجة ربط البديهة الفيزيائية الخارجة مع المهارات الرياضية ، وتعتبر الأولى أهم بكثير من الثانية.

لم يكن كل من أينشتين وهوكنج عالم رياضيات فقط ولكنهما قاما بتعلم الرياضيات التي تمكنهما من دراسة الفيزياء ووضع صيغ لأفكارهما في أفضل صورة ممكنة. قام أينشتين بالاستعانة بصديقه مارسيل جروسمان لتعلم طرق هندسة ريمان من أجل معالجة الفضاء المنحني. أما هوكنج المتلهف لحل أسرار الثقوب السوداء فقد سأل روجر بنروز من أجل تعلم الطرق الطبولوجية الجديدة لنظرية الانفرادية Singularity theory . وقد كان لكليهما القدرة على التقاط الحلول لمعظم المشاكل الشيقة.

وقد كانت فكرة أينشتين عن الفضاء المنحني على قدر من العقلانية ولكنه لم يعرف كيفية صياغة هذا التصور الجديد. لذلك فقد بدأ أينشتين بالحلم تماماً كما فعل في نظرية النسبية الخاصة.

وكان عليه أن يحول الأفكار النوعية التخطيطية إلى مجموعة من المعادلات التي تعطي الكمية الدقيقة لمقدار الانحناء الناتج عن مقدار كتلة معين. وهذا التطور يعتبر أحد أكثر الأمثلة الإبداعية التي تعتمد على قوى التفكير المجرد. وقد أطلق أينشتين على هذه الفكرة التي جعلته يبدأ في هذا المجال :

أسعد فكرة في حياتي ... !

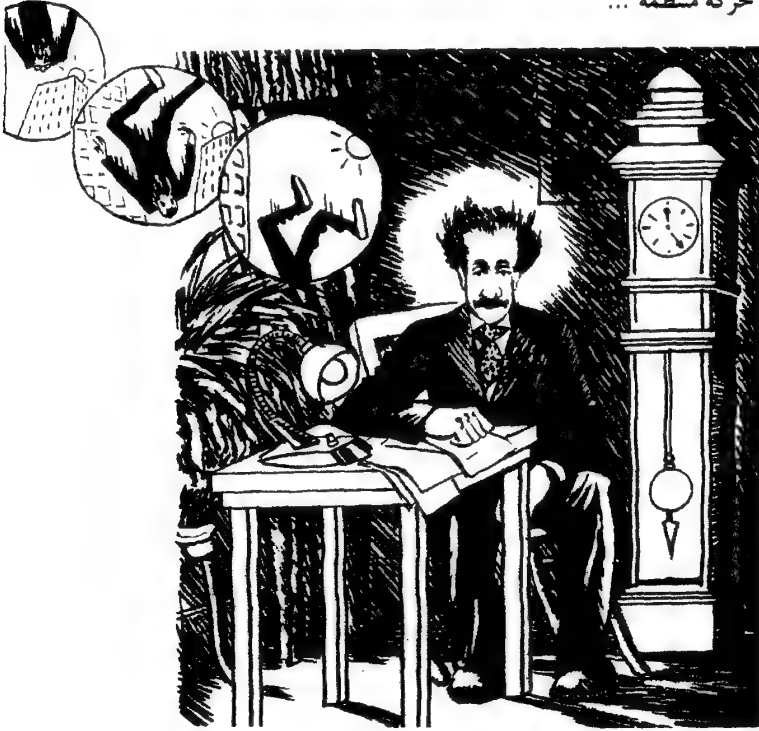


أسعد فكرة لأينشتاين

عندما كنت جالساً فى مكتب براءة الاختراع فى برن (١٩٠٧) ورد على ذهنى فكرة مفاجئة، إذا سقط شخص ما سقوطاً حراً فلن يشعر بوزنه. لقد كنت مروعاً فى وقتها وجاءت هذه الفكرة بانطباع عميق لى ودفعتنى لنظرية جديدة للجاذبية، وكانت هذه هى أسعد فكرة فى حياتى.

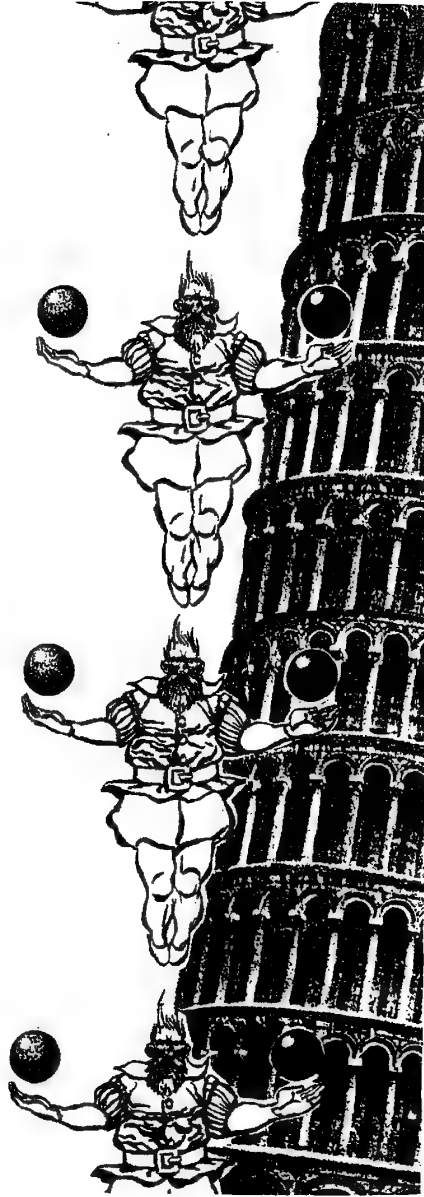
وقد كنت مصدقاً بأنه إذا سقط شخص سقوطاً حراً فإنه لن يشعر بأى مجال للجذب. وإذا قام هذا الشخص بإسقاط جسم آخر (مثل كرة المدفعية) فإنه سيظل فى حالة سكون أو حركة منتظمة بالنسبة له بغض النظر عن طبيعته الكيميائية أو الفيزيائية. (وبالطبع يأتى هذا بعد تجاهل مقاومة الهواء).

وبالطبع هذا الشخص له الحرية الكاملة لوصف حالته بأنه فى حالة سكون أو حركة منتظمة ...



ثم أكمل قائلاً ...

وبسبب هذه الفكرة، فإن القانون التجريبي الغريب الذي ينص على أنه في مجال الجاذبية تسقط كل الأجسام بنفس العجلة (وهي طريقة أخرى للقول بأن كتلة الجذب هي نفسها كتلة القصور الذاتي) قد حظى فجأة بمعنى فيزيائي عميق. وإذا وجد جسماً واحداً فقط يسقط بعجلة مختلفة عن عجلة سقوط الأجسام الأخرى، فبمساعدة هذا الجسم يمكن للأجسام الأخرى أن تتحقق من كونها تسقط في مجال للجذب. أما إذا لم يوجد مثل هذا الجسم فإن الشخص الذي يسقط سوف يفتقر لأي وسيلة يمكنه بها التحقق من سقوطه في مجال جاذبية. وقد أكدت كل الدراسات منذ أيام جاليليو بدقة تامة أن كل الأجسام تسقط بنفس العجلة. لذلك فإن هذا الشخص له كل الحق لأن يعتبر أنه في حالة سكون وأن البيئة المحيطة به خالية من أي مجال للجذب. لذلك فإن الحقيقة التي توضح عدم اعتماد عجلة السقوط على نوعية المادة المكونة للجسم تعتبر مبدأ قوياً لتطبيق فروض النسبية على أنظمة المحاور التي تتحرك حركة غير منتظمة.



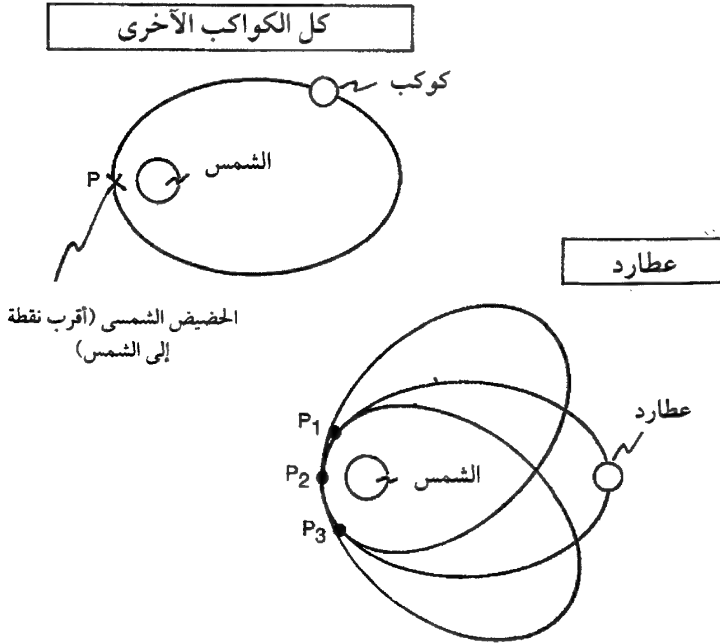
وقد اعتقد أينشتاين أن عدم إحساس الشخص الذي يسقط سقوطاً حراً بوزنه يبدو أكثر بساطة. وبناءً على هذا فقد قام بإزالة كل سقطات التفكير وعدم التوافق في نظرية نيوتن التي يمكن أن تسمح بها بديته وقوانين الفيزياء. وقد قام بنقل هذه الفكرة البسيطة للسقوط الحر إلى معمل صغير لا توجد فيه جاذبية. وعند ذلك استطاع أن يحلل تأثير الجاذبية على بعض الظواهر مثل انثناء شعاع الضوء أو تبطئ الساعة ببساطة عن طريق تبديل مجال الجاذبية بمحاكاة حركة معجلة. وبهذه البساطة استطاع أينشتاين أن يستبدل الجاذبية بالعجلة واكتشف بذلك مبدأ التساوي.



ويستطيع أينشتين عند هذه النقطة أن يستخدم مبدأ النسبية (وهو ينص على أن القوانين الفيزيائية لا تعتمد على نظام المحاور) لاختبار قوانينه الجديدة عن انحناء الفضاء. ولديه أيضاً مبدأ التساوى (الجاذبية تساوى العجلة) ليبدأ من خلاله بالإضافة إلى بعض المعلومات التجريبية المفيدة.

الحضيض الشمسى لعطارد : من المشكلة إلى الحل

نعود الآن إلى العلماء فى عصر نيوتن، حيث إنهم لم ينزعجوا من عدم التوافق فى مدار عطارد والذي لم يكن يعود إلى نقطة البداية فى كل دورة. وفى أيام أينشتين كان علماء الفلك أكثر من متزعجين، فقد كانوا بحاجة إلى توضيح. وقد تم قياس عدم التوافق هذا بدقة عالية ليعطى ٤٣ ثانية بالتقدير الدائرى. ويستطيع أينشتين الآن أن يستخدم نتائج الحضيض الشمسى لاختبار قانون الانحناء.



الحضيض الشمسى لعطارد يتقدم ٤٣ ثانية بالتقدير الدائرى كل قرن

العثور على المعادلة الصحيحة

قام أينشتاين باستخدام المبادئ الثلاثة لاختبار معادلاته ... وهذه المبادئ هي :



وهذه المعادلات أيضاً تنبأت بانحراف مقداره $1,7$ بالتقدير الدائري للضوء الذى يمر بجانب حافة الشمس، وهكذا حققت تنبؤه عن التأخير فى الزمن أو التواء الزمن. وقد قدم أينشتاين الصورة النهائية لقانون النسبية العامة للانحناء فى الفضاء والالتواء فى الزمن للأكاديمية البروسية فى الخامس والعشرين من نوفمبر عام ١٩١٥.

بعد ذلك جلس ليكتب خطاباً إلى صديق حميم، وهو عالم الفيزياء الألماني بول إيرنفست.



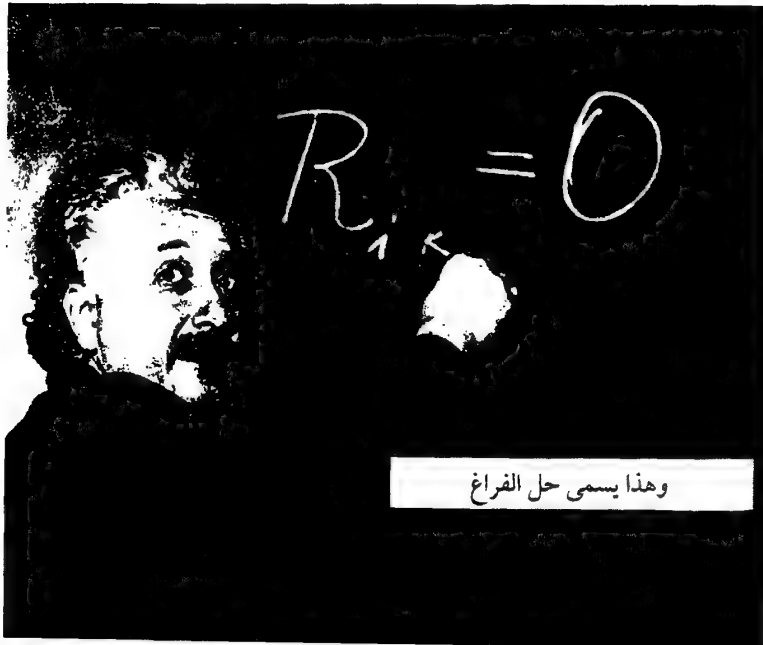
معادلات المجال : ماذا تعنى ؟

قام الأستاذ البالغ من العمر ٣٦ عاماً بوضع معادلات رياضية أعطت تفاصيل العلاقة بين انحناء الفضاء وتوزيع الكتلة فى الكون. وقد وجد أينشتاين أن المادة تخبر الفضاء كيف ينحني ثم يقوم الفضاء بإخبار المادة بكيفية تحركها - وهذه طريقة جديدة لوصف الجذب ، بدون قوى. ولكى يتمكن المرء من التحول بين هذين التصورين للجذب فعليه أن يقوم بقفزة عقلية.



وهذه المعادلات الخارقة تحتوى على توضيح انتقال الحضيض الشمسى لعطارد ودرجة انحناء ضوء النجوم ووجود موجات الجذب والمعلومات عن التفرد فى الفراغ والزمن ووصف تكوين النجوم النيوترونية والثقوب السوداء وحتى التنبؤ بتمدد الكون. هذه هى الأخبار الحسنة.

أما الأخبار السيئة فهي أن الرياضيات صعبة جداً، فهناك عشرون معادلة آتية في عشر كميات مجهولة. وهذه المعادلات يستحيل حلها فيما عدا بعض الحالات الخاصة حيث تقدم اعتبارات التماثل أو الطاقة اختصارات لهذه المعادلات في صورة أبسط. وإذا تجاهلنا الثابت الكوني لأمدا وأخذنا في اعتبارنا الفضاء الحر حيث إن مؤثر الكتلة يساوى صفراً فإن هذه المعادلات تأخذ الصورة البسيطة ...

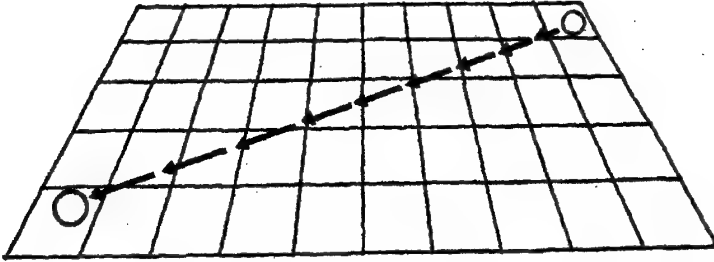


وهذه المعادلات أخذت شهرة واسعة عن طريق تصوير أينشتاين وهو يكتبها أثناء إلقائه محاضرات عن نظريته في العشرينات من القرن العشرين ، وهي تبدو سهلة !

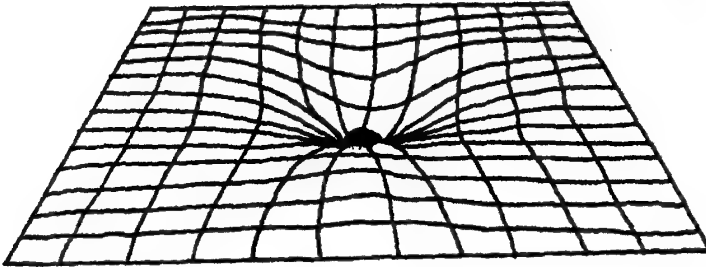
توضيح الفضاء المنحني : نموذج الرقبة المطاطية

تعتبر نظرية الجذب التي وضعها أينشتاين غير عادية تماماً عندما تتم مقارنتها بنظريات المجال الأخرى مثل الكهربية أو المغناطيسية. حيث إن وصف حركة الأجسام تبنى على معادلات المجال (كيفية انحناء الفضاء والوقت). ومن الممكن فهم ذلك من خلال نموذج بسيط يسمى الرقبة المطاطية.

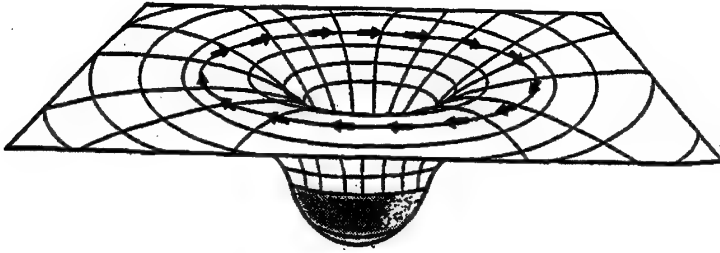
فإذا أخذنا في اعتبارنا لوحة بلياردو تم استبدال ألواحها العلوية برقيقة مشدودة من المطاط القابلة للشد. وإذا تدحرج جسم خفيف مثل كرة تنس الطاولة على هذه اللوحة فإنه يسير في خط مستقيم نوعاً ما. وهذا يماثل الفضاء المستوي ويعبر مسار كرة تنس الطاولة عن الحركة في خط مستقيم التي وضعتها النسبية الخاصة.



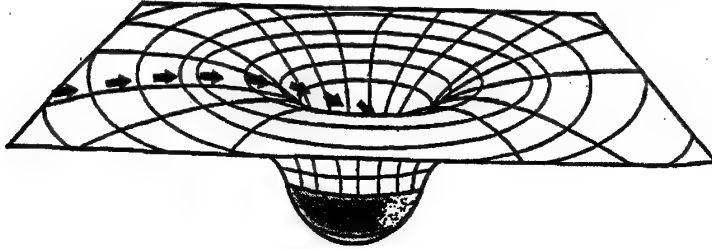
أما عند وضع كرة بلياردو ثقيلة عند مركز هذا اللوح فإنها تجعله ينحني مكوناً انخفاضاً عند مركزه. هذا النموذج الآن يحاكي انحناء الفضاء بالقرب من الكتلة المركزية الذي تم وصفه بواسطة النسبية العامة.



وأبسط حالة من حالات الحركة (غير الخط المستقيم) هي عندما يجذب هذا الانخفاض أى جسم متحرك ليكون مداراً دائرياً، لاحظ أن هذا لا يحتاج إلى أى قوى طرد مركزي للحفاظ على مدار الجسم كما فى تصور نيوتن. ويفضل الجسم دائماً الحركة فى خط مستقيم ولكن انحناء الفضاء يجعله يتحرك فى دائرة حول مركز ما. وهو ببساطة يتحرك فى مسار أقل مقاومة فى هذا الفضاء المنحني. وهذا هو تمثيل النظرية العامة للنسبية لكيفية أسر الكواكب فى مدارات حول الشمس.



أما إذا كان الجسم يتحرك فى خط مستقيم باتجاه الشمس ، فإنه يسقط متسارعاً نحو المركز الجاذب، وهذا هو تمثيل تصادم النيازك مع الشمس أو الأرض.

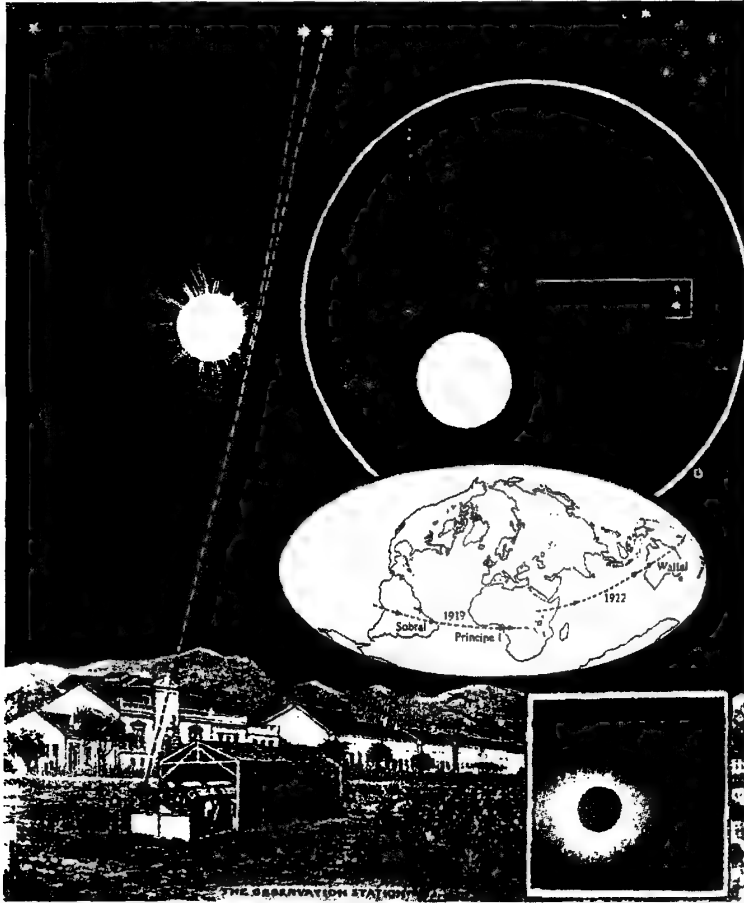


بمساعدة هذه الأشكال من الممكن تصور الاختلاف التام والواضح بين نيوتن وأينشتين، فقد قام أينشتين بإبدال قوة الجذب بالفضاء المنحني. وعندما تم نشر هذه النظرية قوبلت بكثير من الشكوك التى تحتاج لأدلة أكثر.

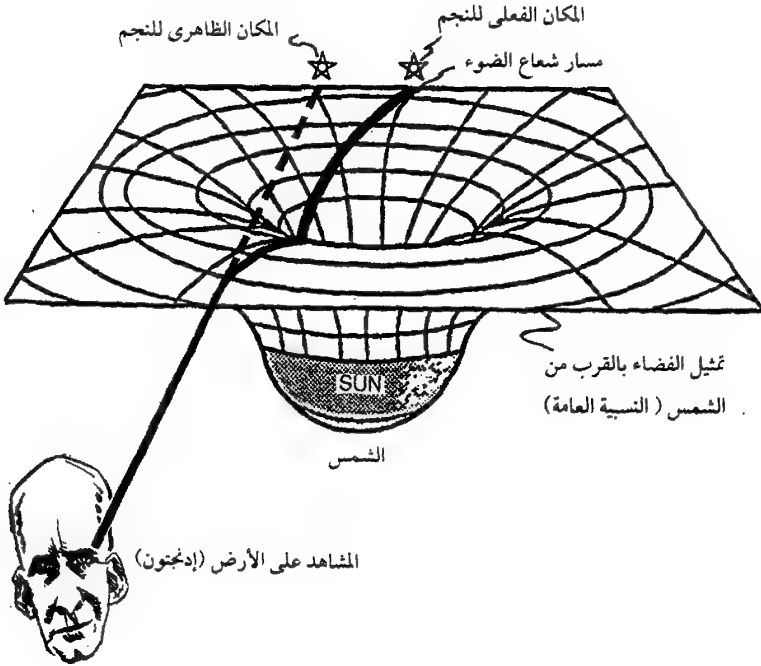
انثناء ضوء النجم : كسوف ٢٩ مايو ١٩١٩

بعد أربعة أعوام كان الوسط العلمى يترقب البرهان التجريبي الذى اقترحه أينشتين فى بحثه الأساسى، ألا وهو انثناء ضوء النجم أثناء كسوف الشمس. وقد تنبأت النظرية بأن ضوء النجم الذى يمر بجوار حافة الشمس يعانى من إنثناء عن مساره الأصيل بمقدار ١,٧ ثوانى بالتقدير الدائرى. وكان هذا هو أول اختبار حقيقى للنظرية.

ضوء النجم ينثنى بواسطة جذب الشمس : نظرية أينشتين



كانت الشروط المثلى لمثل هذه التجربة متحققة في الكسوف الكلى للشمس يوم ٢٩ مايو ١٩١٩ . وقد قاد عالم الفلك الإنجليزي آرثر ستانلى إدنجتون (١٨٨٢ - ١٩٤٤) بعثة إلى جزيرة «برينسيب» بالقرب من سواحل أفريقيا لتصوير هذا الكسوف. وقد وجد إدنجتون أن أشعة الضوء التي خرجت من النجم قبل آلاف السنوات وعانت من انثناء بواسطة الفضاء المنحني قرب الشمس قبل ثمان دقائق من مرورها عبر عدساته قد وصلت إلى الألواح الفوتوغرافية تماماً مثلما قال أينشتين. الآن اكتملت واحدة من أكثر التجارب ملاحظة في تاريخ العلم.



وقد جعل تمثيل الرقيقة المطاطية ثنائية الأبعاد لإزاحة النجم هذا التفسير أكثر بساطة.

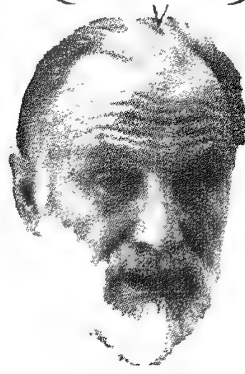
تم عرض نتاج بعثة الكسوف بواسطة عالم الفلك فى الجمعية الملكية فى ٦ نوفمبر ١٩١٩ وأصبح أينشتاين فجأة بطلاً دولياً. وقد اقترحت مانشتات جريدة نيويورك تايمز أن هناك كوناً جديداً قد تم اكتشافه ... وفى هذه المرة لم يكن تعليق الأخبار مبالغاً فيه.

وقد لازم الإرهاق من الحرب هذا العالم الشاذ الذى جلس فى برن مع قلمه ولقافة ورق يتأمل التخطيط العظيم الذى وضعه الله لهذا الكون بأكمله.



فى الحقيقة تم تجاهل كل هذه النتائج عند نشرها وخاصة من مبتكرها نفسه، ألبرت أينشتاين.

أول هذه الحلول ظهر فى الحال.



وقد وصف الكثير من النقاد هذه النتائج بأنها غير حاسمة وخاصة أن احتمالية الخطأ في قياسات النجم كانت كبيرة جداً ... لذلك فقد استمرت الشكوك.

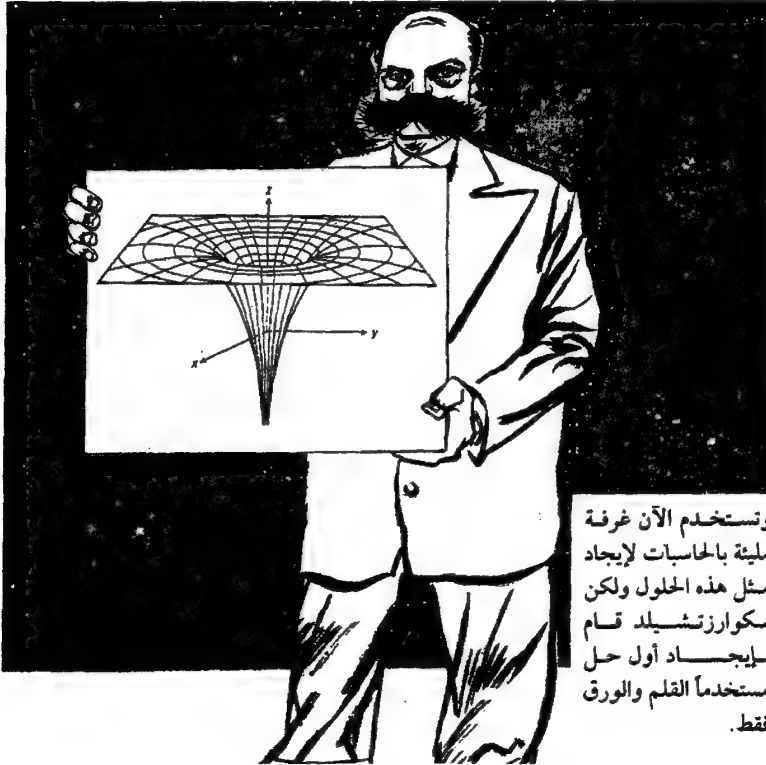
حل معادلات أينشتاين : نقطة البداية لأبحاث هوكنج

★ لقد ظهرت العديد من الحلول لمعادلات المجال التي وضعها أينشتاين في الفترة ما بين نشر النظرية وحتى انتهاء الحرب العالمية الثانية. وهذه الحلول كانت هي أساسيات أبحاث هوكنج.



(١) هندسة سكوارز تشيلد

فى عام ١٩١٥ أرسل عالم الرياضيات كارل سكوارز تشيلد بحثاً إلى أينشتين والذى قام فيه باستخدام طرق التحليل الرياضى لإيجاد حل تام لمعادلات أينشتين لأى جسم كروى مثل النجم. ولقد مثل هذا الحل كيداً لأينشتين وذلك لأنه استطاع فقط إيجاد حل تقريبي لمعادلاته واعتقد أن مثل هذا الحل التام لا يمكن وجوده أبداً. وقد كان حل سكوارز تشيلد إنجازاً كبيراً وذلك بسبب المعالجة الفنية البارة التى استخدمها فى حل عشر معادلات تحتوى على عشرين كمية وينتج عنها المئات من الحدود. ولم تكن هذه المعادلات معادلات جبرية بسيطة ولكنها أخذت صوراً متعددة مثل معادلات الدرجة الثانية والمعادلات الغير خطية ومعادلات تفاضلية جزئية وهى كلها عبارة عن هلاك بالنسبة لكل طلاب الفيزياء.



نصف القطر الحرج

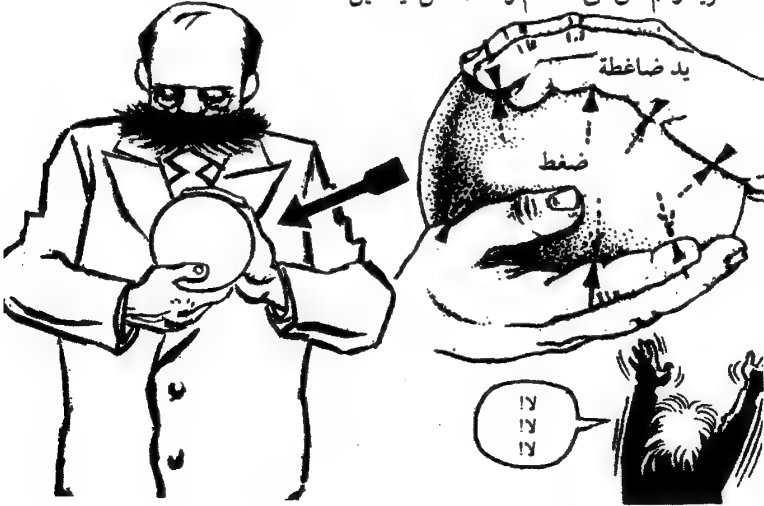
أوضحت رياضيات سكوارزتشيلد كيفية تغير انحناء الفضاء حول أى جسم له أى كتلة كدالة فى المسافة من مركزه (أى على امتداد نصف قطره). وقد أدت نتائجها إلى ظهور نوع غريب جداً من الهندسة. وكان يبدو أن هناك نقطة حرجية يكون الانحناء قوياً جداً لدرجة أن المادة لا تستطيع أن تهرب منه. وتعرف هذه النقطة الآن باسم نصف قطر سكوارزتشيلد وتعتمد فقط على كتلة الجسم وتعطى على الصورة :

$$\text{نق} = \frac{2 \text{ ج ك}}{\text{س}} \quad (\text{نصف قطر سكوارزتشيلد})$$

(حيث ج هو ثابت الجذب العام، س هى سرعة الضوء)

ولم تلقَ هذه النقطة الحرجية اهتماماً فى ذلك الوقت حيث إنه لا توجد أى طريقة لتصور ما بداخل النجوم. ولكن كانت هناك توقعات لما يمكن حدوثه إذا وجد كوكباً أو نجماً يحقق هذه المعادلة. عند هذه اللحظة ستكون قوى الجذب كبيرة جداً لدرجة أنها ستؤدى إلى انهيار هذا الجسم بدون توقف، ولن يكون هناك شئ قادراً على مقاومة هذا الجذب الذاتى الناتج عن الانحناء القوى فى الفضاء. وهذا يعنى أن كل المادة ستتنضغط فى نقطة انفرادية - أى نقطة واحدة منفردة عند المركز.

عند هذه النقطة سيكون حجم كوكب مثل الأرض مساوية لحجم حبة البازلاء أو حجم نجم من الشمس سيكون عبارة عن كرة قطرها ٣ كم فقط. وقد قوبلت هذه الحسابات بالسخرية ولم تلقَ أى اهتمام وخاصة من أينشتين.



(٢) فريدمان : الكون المتعدد

وبعد مرور العديد من السنوات بعد سكوارزشيلد ظهر حل آخر مشير للمجلد لمعادلات أينشتين. ففي عام ١٩٢٢ وضع الروسي ألكسندر فريدمان فرضاً بسيطاً بأن الكون مملوء بانتظام بطبقة رقيقة من المادة. (وقد وضحت القياسات الحديثة صحة هذا الفرض بغض النظر عن تكون النجوم والمجرات).

وقد أوضحت حسابات فريدمان أن النسبية العامة تتنبأ بعدم اتزان الكون، أى أن أى مقدار صغير من التشويش يجعل الكون يتمدد أو ينكمش.

وقد قام بتصحيح خطأ فى بحث أينشتين لعام ١٩١٧ فى علم الكونيات ليصل إلى هذه النتيجة. (وبالطبع لم يعجب أينشتين بهذا التنبؤ).

وبالعودة إلى الحد الصناعى الذى وضعه أينشتين فى معادلاته وهو الثابت الكونى لأمدا نجد أنه وضعه «ليوقف تمدد الكون». وقد أخبره علماء الفلك فى ذلك الوقت أن الكون مستقر لذلك فقد وضع هذا الثابت لجعل النظرية متلائمة مع الواقع. بعد ذلك وصف أينشتين هذا الثابت الكونى بأنه أكبر خطأ فى حياته.

وقد أسقط فريدمان هذا الثابت من المعادلات ليحصل على الكون المتعدد والذى لم يعجب أينشتين بالطبع. وكان هذا حلاً آخر لمعادلاته الذى قابله بسخرية.



ويمكن تلخيص تنبؤات فريدمان عن تمدد الكون إذا أخذنا في اعتبارنا ثلاث قيم مختلفة لكتلة الكون بدلالة نسبة Ω (أوميجا).

- كثافة مادة الكون أكبر من قيمة حرجة :

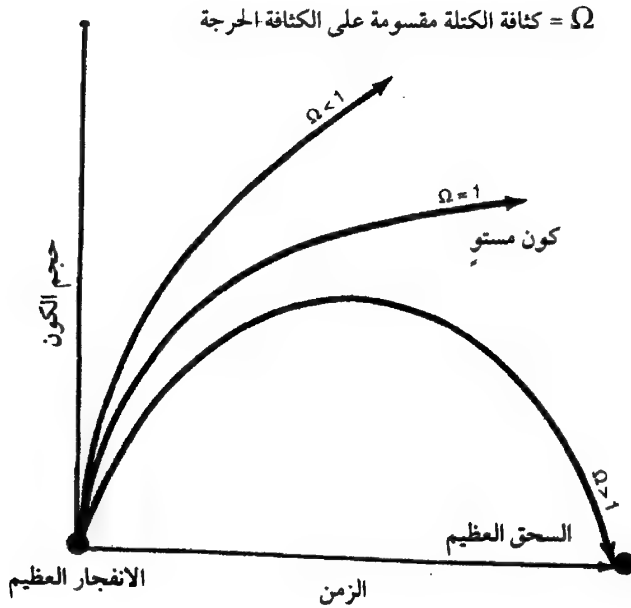
في هذه الحالة يكون معدل التمدد بطيئاً بدرجة كافية وكذلك تكون الكتلة كبيرة بدرجة كافية لإيقاف التمدد وعكسه. وعند ذلك سيحدث سحق عظيم للكون حيث ستنجذب كل المادة في الكون إلى نقطة واحدة $\Omega > 1$.

- كثافة مادة الكون أقل من قيمة حرجة :

عند ذلك سيكون معدل التمدد أكبر بكثير ولن تستطيع الجاذبية إيقافه ولكنها تقوم بتقليل معدله إلى حد ما $\Omega < 1$.

- كثافة مادة الكون مساوية لقيمة حرجة :

في هذه الحالة يتمدد الكون بمعدل سريع بدرجة كافية لعدم انهياره. حيث تتناقص السرعة التي تبعد بها المجرات عن بعضها تدريجياً ولكن دون توقف هذا الاعتماد $\Omega = 1$.



مؤسس الانفجار العظيم : هدف "لامتر" الأساسي

كان عالم الكونيات البلجيكي أبى جورج لامتر (١٨٩٤ - ١٩٦٦) هو أول من استخدم الحلول التي وجدها فريدمان لوضع صيغة لنموذج بداية الكون والذي أسماه الذرة الأساسية أو البيضة الكونية.



وقد كان لامتر خيالياً حيث إنه سبق غيره فى نقطتين ، الأولى هى أنه وضع كيفية التأكد من تمدد الكون عن طريق ملاحظة انحرافات الخطوط الحمراء فى طيف المجرات. أما الثانية فهى اقتراحه بأنه من الممكن اكتشاف الإشعاع المتبقى من الذرة الأساسية. وقد أدت هاتان الفكرتان إلى شيوع فكرة الانفجار العظيم فى آخر عقدين من القرن العشرين.

وبحلول عام ١٩٢٩ قام عالم الفلك إدوين هابل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) باستخدام تلسكوب هوكر فى مرصد قمة ويلسون

إذا لم تكن آراؤهم صحيحة، فأراى أنا صحيحة!

فى كاليفورنيا لاكتشاف المجرات، وتأكيد حقيقة أن الكون يتمدد. ولم يكن يعرف شيئاً عن نسبية أينشتاين أو علم الكونيات الذى وضعه لامتر.

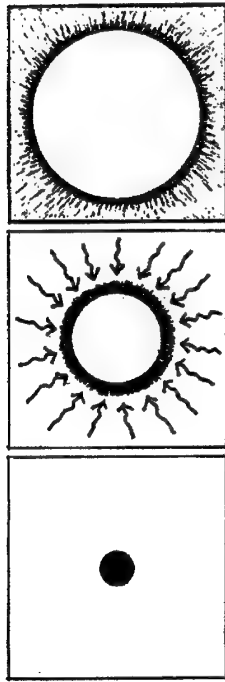


وفى النهاية قام لامتر باحتجاز أينشتاين وهابل لإلقاء محاضرة عن النموذج الذى وضعه للكون.



(٣) أوبنهايمر : فى الانهيار المستمر للجاذبية

تم نشر الحل الثالث لمعادلات أينشتين (وهو هام بالنسبة لعلوم الكون الحديثة وستيفن هوكينج على وجه الخصوص) بواسطة عالم الفيزياء الأمريكى روبرت أوبنهايمر (١٩٠٤-١٩٦٧) وأحد تلاميذه هارتلاند سنايدر فى عام ١٩٣٩ . وقد قاموا بدراسة هندسة سكوارتشيلد بغض النظر عن نقد أينشتين وإدنجتون والعلماء الآخرين . وكان البحث المنشور فى مجلة Physical Review معنوناً «فى الانهيار المستمر للجاذبية».



نموذج أوبنهايمر / سنايدر

النجم الثقيل يستهلك
الوقود النووى ...

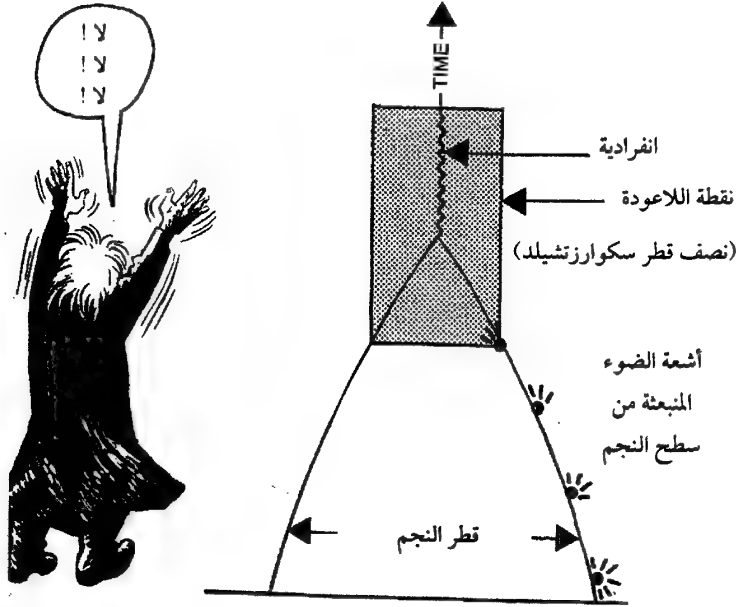
... يتقلص النجم
إلى نصف قطر
حرج

بعد ذلك يستقطع
نفسه عن بقية
الكون.



ربما تحترق النجوم وتبدأ فى الانهيار بفعل الانكماش الناتج عن الجاذبية. وفى نموذج النجم الكروى المنكمش من الممكن أن تحدث ظاهره الانضغاط والتى يمكنها أن تجلب النجم إلى نصف القطر الحرج. وفى هذه الحالة من الممكن أن يحدث انهيار مفاجئ للنجم المنكمش.

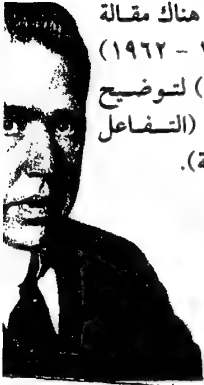
- من الممكن أن يكون انحناء الفضاء قوياً جداً لدرجة أن الضوء المنبعث من النجم ينثنى إلى داخل النجم حاجباً بذلك كل الأحداث عن المشاهد الخارجى.
- أشعة الضوء عند سطح النجم من الممكن أن تتم إزاحتها بطريقة لا نهائية باتجاه اللون الأحمر، وهذا يعنى أن الضوء لا يحمل أى طاقة.
- من الممكن أن تحدث ظاهرة «الحدوث فى اتجاه واحد» أى أن الأجسام والإشعاع ... إلخ من الممكن أن تدخل النجم ولكنها لا تستطيع الخروج منه.
- ومن الممكن أن تتكون نقطة انفرادية فى النهاية عند مركز النجم. وفى هذه الحالة تكون كل ظواهر الفيزياء متحققة بالنسبة لمشاهد يسقط فى اتجاه سطح النجم.



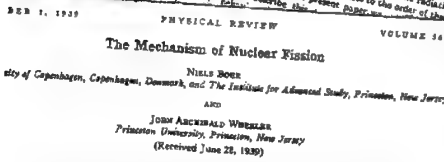
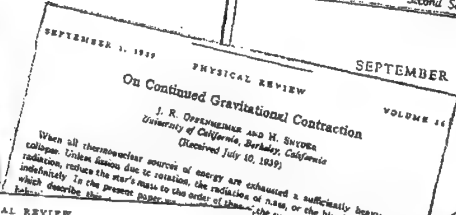
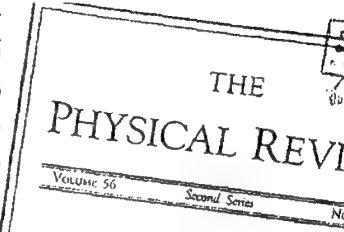
ومرة أخرى رفض أينشتاين الفكرة، وقد سخر من نتائج أوبنهايمر بشدة. وقد رفض حتى فكرة أن النسبية يمكن أن تقوم بوصف النجوم المنهارة والتي لم تصل إلى النقطة الحرجة (وهي تسمى بنجوم النيوترون) وذلك بغض النظر عن التنبؤات التي وجدها فريتز زويكى (١٨٩٨-١٩٧٤) فى «كالتش» ولين لاندאו (١٩٠٨-١٩٦٨) فى موسكو.

١ سبتمبر ١٩٣٩

- تاريخ نشر عدد مجلة Physical Review الذي يحتوى على مقالة لأوبنهايمر (وسايدر) لوصف انهيار النجم الجذبي.



- فى نفس العدد كانت هناك مقالة أخرى لنيلس بور (١٨٨٥ - ١٩٦٢) وجون ويلر (ولد ١٩١١) لتوضيح طريقة الانشطار النووي (التفاعل المستخدم فى القنبلة النووية).



On the basis of the liquid drop model of atomic nuclei, an attempt is given of the mechanism of nuclear fission. In particular, conclusions are drawn regarding the dependence of fission cross sections for a given nucleus on energy of the incident neutron. A detailed discussion of the observations is presented on the basis of the theoretical considerations. Theory and experiment fit together in a reasonable way to give a satisfactory picture of nuclear fission.

فى نفس الوقت قامت قوات هتلر بغزو بولندا بادئةً بذلك الحرب العالمية الثانية.



كان اكتشاف الانشطار النووي بواسطة
الألمانيين أوتوهان (١٨٧٩-١٩٦٨) وفريتز
ستراسمان (المولود ١٩٠٢) يمثل نذيراً
للفيزيائيين والسياسيين بأن الألمان على
وشك إنتاج قنبلة ذرية ليستخدموها في
عملية تحويل العالم إلى امبراطورية نازية
عن طريق الحكم الألماني باستخدام تهديد
التدمير النووي.

وهكذا من السهل أن نتوقع سبب توقف
علم الكونيات. والتأمل في ألغاز الكون
الفيزيائية في مثل هذه الظروف
الصعبة للأزمات السياسية كان بمثابة
ترف لم يقدمه العالم الحر.



هذا بالإضافة إلى أن مؤسس النسبية العامة رفض كل التنبؤات الجذرية لعلم الكونيات
المبنية على معادلاته والتي قدمها سكوارزتشيلد وفريدمان وأوينهايمر. وقد انقضت بعد
ذلك عشرون عاماً حتى إعادة استئناف هذا العمل وتم إدراك منافع هذه الحلول.

١٩٤٢ ... نقطة تحول فى هذه القصة

فى عام ١٩٤٢ بدأ علماء الفيزياء التركيز على مشروعات عملية إلى حد بعيد. وقد رحل أوبنهايمر عن المناخ العلمى فى بيركلى إلى المناطق الفاصلة فى لوس ألأموس ومشروع مانهاتن. وقد توصل الإيطالى إنريكو فيرمى هو وفريقه البحثى إلى أول تفاعل نووى متسلسل تحت التحكم فى ديسمبر عام ١٩٤٢. وفى بداية نفس العام فى ٨ يناير ولد ستيفن وليام هوكينج فى أوكسفورد. وكانت والدته قد ارتحلت لتوها من لندن لتجنب الغارات الليلية الألمانية.



وقد تم التوقف عن البحث فى النجوم المنهارة لمدة عشرين عاماً، وكانت تلك الفترة كافية ليكبر فيها هوكينج إلى سن النضج ويكمل دراسته فى أوكسفورد ويقوم بالتسجيل فى الدراسات العليا فى جامعة كيمبردج.

وفاة أينشتاين

توفي ألبرت أينشتاين في ١٨ أبريل ١٩٥٥ في برينستون (مدينة صغيرة في ولاية نيوجيرسي في الولايات المتحدة الأمريكية). وقد أوصى أن يحرق جسده لكي لا يؤلفه أحد، وبغض النظر عن وصيته قام بعض الأطباء عديمي الأخلاق بإجراء تشريح غير ضروري لجثته واستأصلوا عيته ومنحه في جريمة عادية للتعدي على حرمة جسده. وقد ترك أينشتاين أوروبا وارتحل إلى أمريكا مخلصاً وراءه كل أعماله الإبداعية. وفي خلال آخر ٢٢ عاماً من حياته لم يهتم بالبحث في أي من الأسئلة الكونية التي نجت عن نسيته العامة. وقد عكفت لعدة سنوات على محاولة توحيد معادلات المجال التي وضعها مع معادلات ماكسويل متجاهلاً ميكانيكا الكم. وقد وجدت حسابات نظرية المجال الموحد جانباً سريراً.

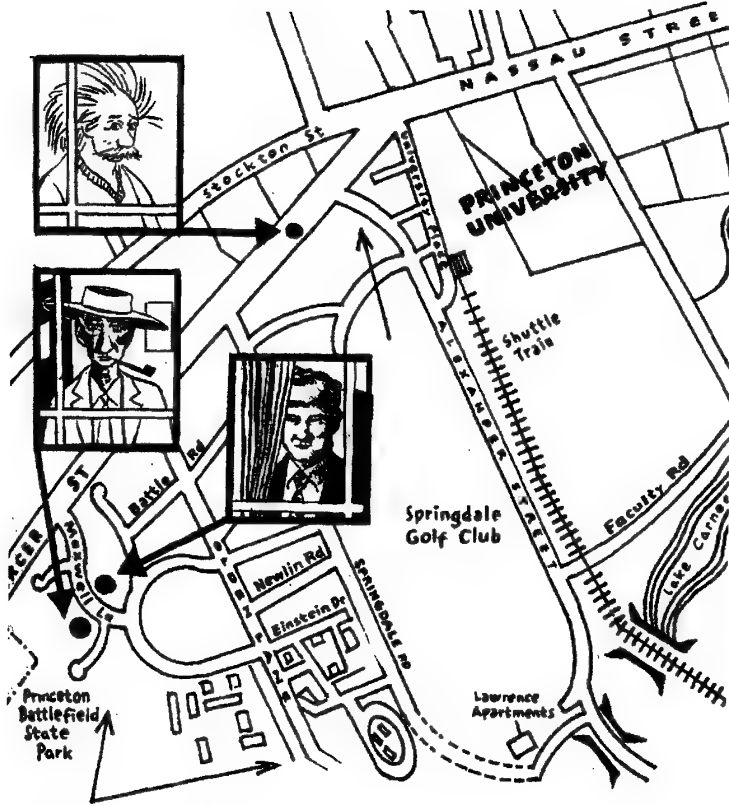




وقد أصاب موت هذا العالم الجليل بالذهول عالمي فيزياء آخرين كانوا يعيشان في برينستون الأول : هو أوبنهايمر الذي كان يشغل منصب مدير معهد الدراسات المتقدمة (حيث كان أينشتاين يشغل منصباً شرفياً).
والثاني : هو جون ويلر أستاذ الفيزياء في جامعة برينستون. وكان ويلر قد أنهى لتوه سنوات حرجة في دراسة القنبلة الهيدروجينية ثم عاد إلى البحث الأساسي في علم الكونيات باهتمام شديد في النجوم المنهارة.



وكيف يمكن أن يصدق أحد أن هذين الاثنين يعيشان على جانبي نفس الشارع في هذا الحى الأكاديمى الصغير، وقد كان لهم وجهات نظر مختلفة عن الكون، وكذلك عن الحياة السياسية الأمريكية والتي وضعتهما فى قضيتين مختلفتين ومتناقضتين مثل الأمن القومى والأسلحة النووية. وفى الحال تحدى كل منهما الآخر مرة ثانية فى أسئلة النسبية العامة والنجوم المنهارة نتيجة الجاذبية.

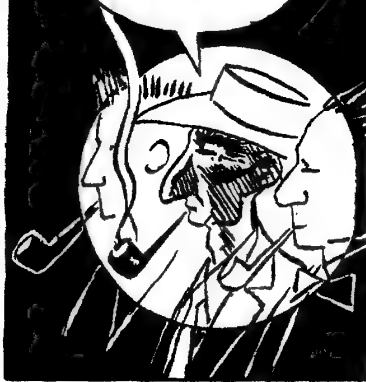


وفى عام ١٩٥٨ بعد ثلاثة أعوام من وفاة أينشتاين ارتحل كل منهما من برينستون لحضور مؤتمر دولى فى برسيلى فى علم الكونيات الحديث. وقد دعى ويلر ليلقى محاضرة لمراجعة الحالة الحالية للبحث.

من ضمن كل متضمنات النسبية العامة يعتبر السؤال عن نهاية النجوم العظيمة الأكثر تحدياً. ولكن الانفجارات الداخلية التي قام بحسابها أوبنهايمر لم تعط إجابة مقبولة.



لم لا ؟ إذا كانت النجوم الأثقل بكثير من الشمس وأاردة الحدوث خلال التطور الشمسي، فأنا أعتقد أن انهيارها يمكن وضعه في إطار النسبية.



ألم يكن افتراض أن مثل هذه الكتلة تقوم بانكماش جذبي متواصل حتى تستقطع نفسها من باقي الكون افتراضاً بسيطاً ؟





بعد مرور سنوات قلائل قام إدوارد تيلر بإجراء مكالمة تليفونية مع ويلر من معامل إشعاع ليفرمور في كاليفورنيا.



وبعد مرور خمسة أعوام قام ويلر بإلقاء محاضرة في مقابلة خاصة في دالاس والتي وضحت اكتشاف (أشباه النجوم). أوضحت محاكاة الحاسب أن انهيار النجوم المحترقة يشابه تماماً الصورة المثالية التي قام أوبنهايمر وسنايدر بحسابها. وكما يلاحظ بواسطة مشاهد خارجي أن الانهيار يتباطأ حتى يتوقف تماماً عند نصف قطر حرج. ولكن كما يلاحظ بواسطة مشاهد يتحرك على سطح النجم فإن الانهيار يستمر مروراً بنصف القطر الحرج إلى الداخل دون تردد.

وأثناء ذلك، في الممر المؤدى إلى
قاعة المحاضرات ...



وكان أوبنهايمر متعباً من سنوات الخداع السياسي. يقوم بإدارة مشروع مانهاتن ويتعامل مع مأساة هيروشيما ونجازاكي والانتهاكات الموجهة لمدرسته بالقدر. ومثلما تفعل النجوم المحترقة كان أوبنهايمر ينهار داخل عالمه الخاص مستقطعاً نفسه عن بقية الكون. ولكن بالنسبة لويلر فقد بدأ فصلاً جديداً في تاريخ الفيزياء. «أياً كان نتاج دراستنا، يشعر الواحد منا على الأقل أنه بالنسبة للانفجار الداخلي النجمي يوجد موقف تتواجد فيه النسبية العامة وحدها وهناك موقف آخر تتجمع فيه بقوة مع فيزياء الكم».

في نفس هذا التوقيت، عام ١٩٥٦، كان ميمون وديان هركتج قد وصل إلى جامعة
 كيمبريدج وقد كان مقنناً أنه لن يحضر أولى المحاضرات في علم الفيزياء النسبية
 الخاصة وميكانيكا الكم. ولكنه في تلك الأحيان كان قد بدأ يفتكر من أمر آخر الترفيق
 الذي جعله يفتكر من سمرك خلال عشيرة أهرام والقدرة القديرة على الكلام بولاً
 خلال عشيرة عالم.



عصر هوكنج

يستطيع أى زائر لقسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية (DAMTP) أن يرى صورة أستاذ الرياضيات Lucasian Prof. of Math. ستيفن هوكنج معروضة باستمرار فى الاستقبال الرئيسى للقسم إلى جانب صورتين شخصيتين لاثنتين من رواد الفيزياء الرياضية واللذين قد توليا نفس المنصب من قبل وهما السيد إسحق نيوتن وبول ديراك المشهور عالمياً بأعماله فى ميكانيكا الكم النسبية.



وقد انتقل هوكنج من أوكسفورد إلى كيمبردج ليدرس تحت إشراف عالم الكونيات المشهور عالمياً السيد فريد هويل، ولكن الأمور كانت محبطة بالنسبة له.



لقد تم قبول طلبة للبحث في جامعة كيمبردج ولكن حدث شيء أزعجني وهو أن مشرفي لم يكن هويل ولكنه رجل آخر يدعى دينيس سكياما الذي لم أسمع عنه من قبل. وقد كان سكياما يؤمن بنظرية الحالة المستقرة مثل هويل التي تقول إنه ليس هناك بداية ولا نهاية للكون.

وفي النهاية أصبح هذا هو الأفضل، فخذ كان هويل يسافر لفترات طويلة، ولم أكن سأستطيع رؤيته كثيراً.

وبالمقابل كان سكياما متواجداً لفترات طويلة، وكان دائماً يحثني حتى ولو أنني كنت أعارضه عادة.



وقد أطلق هوكينج اسم خصائص الكون المتمدد على رسالة الدكتوراه الخاصة به، وذكر في السطر الثاني من مستخلص هذه الرسالة (والذي دل على ما عاصره هوكينج في بداية أيامه في كيمبردج)



وفريد هويل هو أشهر الثلاثة الذين وضعوا نظرية الحالة المستقرة للكون بالإضافة إلى هيرمان بوندى وتوماس جولد اللاتين من أوروبا النازية.



وفي بداية السبعينات من القرن العشرين كان هذا النموذج مقبولاً بين علماء الفيزياء والفلك والكونيات أكثر من نموذج الانفجار العظيم. وقد كان هويل متضائماً من هذا النموذج المعارض. وقد ذكر في أحد العروض الإذاعية لراديو BBC في عام ١٩٥٠ أنه أول من أطلق عليه اسم الانفجار العظيم، وبالطبع كان ذلك بسخرية.



واستمر هويل بعد سخريته هذه فترة اثنتى عشر عاماً فى تطوير نظرية للجاذبية فى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية بالاشتراك مع أحد طلاب الدراسات العليا اسمه جاينانت نارليكار لتدعم نموذج الحالة المستقرة. أما هوكنج الذى كان متعثر الخطوات فى بحثه فقد أعجب بالحسابات التى كان يجريها نارليكار وبدأ فى التقرب إليه وإجراء بعض المناقشات معه للمشاركة فى الأفكار، وبالطبع لم يكن هويل يعلم شيئاً عن ذلك.



وقد أصبح هوكنج ملماً بالصعوبات التى واجهت نارليكار فى المشروع الذى خصصه هويل.

وكثيراً ما كان هويل الذي تميز بالخبرة في الدعاية لأعماله - يقدم أفكاره قبل نشرها وتحكيمها وذلك لكي يجعل اسمه متصديراً الجرائد، وبالتالي يتمكن من الحصول على المنح البحثية. وقد قام بتنظيم محاضرة للجمعية الملكية لمناقشة أفكاره الأخيرة المبنية على حسابات نارليكار.





ولقد ضجت القاعة بالضحك المزوج بالسخرية مما أغضب هويل. وكانت هذه مواجهة مأساوية بين واحد من أشهر علماء الكونيات فى العالم وتلميذه الذى رفضه. وقد انقضت هذه الجلسة سريعاً.

وقد كان هوكينج محققاً بالفعل فيما ذكره عن تباعد معادلات هويل وقد شاع هذا التصور الجديد . وبهذه الصورة فإن أعمال هويل تم تحكيمها بواسطة طالب دراسات عليا غير معروف على الملأ . وقد كتب هوكينج بحثاً بعد ذلك يلخص فيه الطرق الرياضية التي استخدمها والتي جعلته باحثاً شاباً واعدأ .



مشرف الرسالة غير الأناني

وقد اتضح أن دينيس سكياما مشرف غير أناني ويولي تلاميذه اهتماماً كبيراً ويحثهم على البحث عن طرق لزيادة خبرتهم.



وقد رفض سكياما أن يسرع في برنامج الدكتوراه لهوكنج بالرغم من الضغوط المقنعة من والده.



وقد طور سكياما طرازاً فريداً في الإشراف على طلبته، فلم يكن يشاركهم أعمالهم مثلما يفعل الكثير من الأساتذة في العالم كله. فلم ينشر أبداً أبحاثاً مشتركة، وكذلك لم يكن يختار المواضيع لهؤلاء الطلبة.

إذا رغب أحد في دراسة الانفجار العظيم كمنشأ للكون مع الخلفية الإشعاعية الكونية فلن يتمكن من فهم علم الكونيات إلا بمساعدة النسبية العامة. لذلك كان من الطبيعي أن أقترح دراسة النسبية العامة عند تأسيس مدرسة بحثية في كيمبردج في السبعينات مع مجموعة من الطلاب الموهوبين.

وبالفعل كان كل هؤلاء الطلبة الذين إختارهم سكياما يتمتعون بموهبة مذهلة في علم الكونيات :

- جورج إليس هو أستاذ الفيزياء في جنوب أفريقيا (كتب إليس كتاباً هو و هوكنج وعنوانه التركيب الكبير للوقت والفضاء والذي يعتبر بمثابة الكتاب المقدس في علم الكونيات النسبي. وتم إهداءه إلى د. سكياما)

- براموث كارتير يشغل الآن منصب مدير البحث في مرصد في باريس.

- مارتن ريس يشغل الآن منصب مدير معهد الفلك في كيمبردج.



- وبالطبع ستيفن هوكنج الأستاذ في جامعة كيمبردج.

وكان من أهم نشاطات سكياما هو تخطيط وتنظيم حضور طلبته المحاضرات الهامة وكان يبدو أنه يعرف ما يدور حوله. وفي منتصف السبعينات أصبح فريق سكياما مولعاً بأعمال عالم الرياضيات التطبيقية الشاب روجر بنروز الذي كان في كلية بريكمب في لندن.

وبعد دراسته في كامبريدج والبحث في الولايات المتحدة بدأ بنروز في تطوير أفكاره عن نظرية الانفرادية والتي كانت تتطابق مع أفكار فريق البحث في كامبريدج.



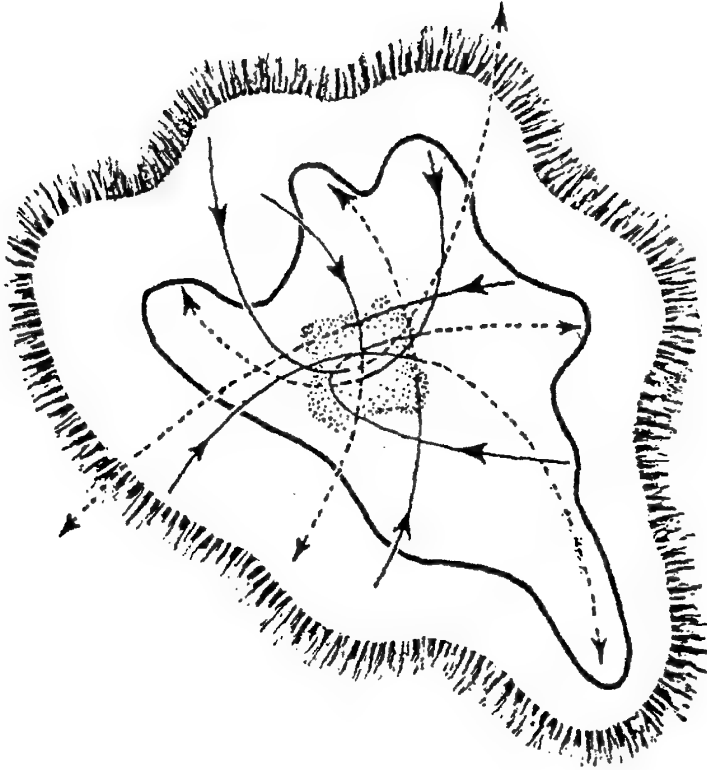
لم تنقُض سنوات قلائل على قبول جون ويلر حلول أوينهايمر ووجود الثقوب السوداء حتى بدأ سكياما في مشاركة الحماس مع بعض زملائه وطلابه. وقد حصل بنروز (أحد أفضل علماء الرياضيات في العالم) على بعض الإلهام عن هذه الأجسام الغريبة من سكياما في مقهى كيمبردج.



أنا متأكد
يا دينيس أنني أستطيع
تطبيق طرق الرياضيات
الجديدة في الطبولوجي
على مسائل النجوم
المتناهية ...

وقد كان بنروز قادراً على توضيح أنه إذا انهار نجم ما بعد نقطة ما فإنه لا يمكن أن يتمدد مرة أخرى. وفي إطار النسبية العامة ، فلا يستطيع هذا النجم أن يتجنب أن يصبح لا نهائي الكثافة أى أنه سيقوم بتكوين نقطة انفرادية عند مركزه. والأمر الذي كان يصر عليه الكثير بأن مادة هذا النجم سوف تتطاير خلف نفسها ثم تعود في التمدد كان خاطئاً. وبدلاً من ذلك فسوف تتكون نقطة انفرادية في الفضاء والزمن والتي تنكسر عندها كل قوانين الفيزياء. وكانت هذه هي أول نظرية للانفرادية.

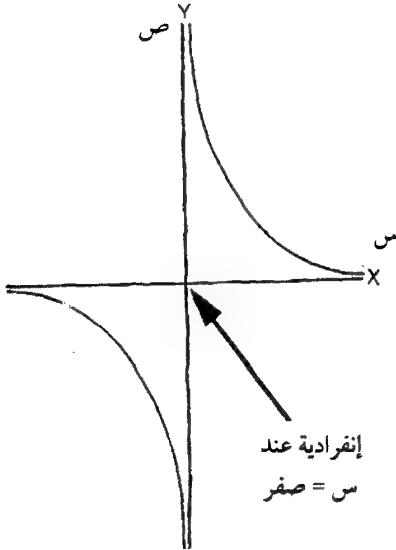
رأى بنروز بأن طيران المادة خلف نفسها داخل النجم المنهار لتعود في التمدد مرة أخرى ليس صحيحاً.



شئىء نحتاج لمعرفته : ما هو التفرد ؟

التفرد بصفة عامة هى نقطة لا يمكن تعريف الدالة الرياضية عندها، حيث إن الدالة تتباعد إلى مقادير متناهية فى الكبر.

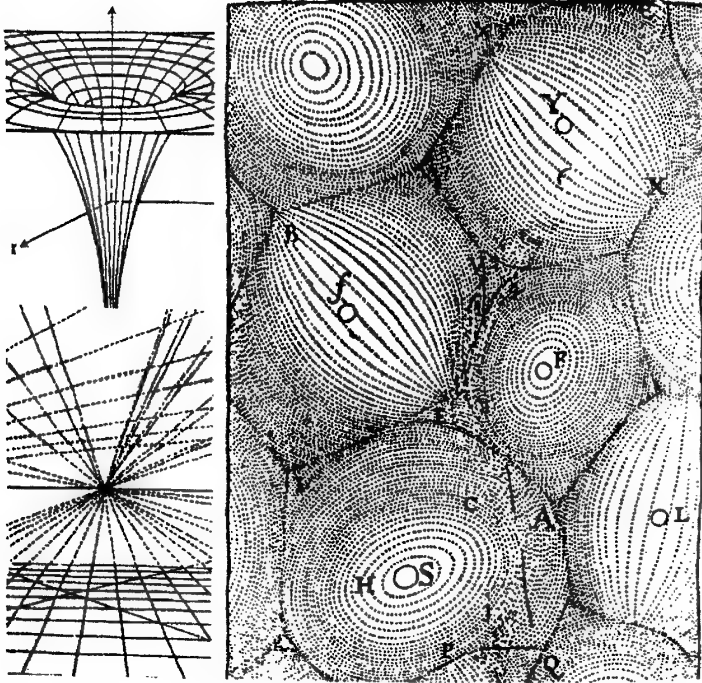
فعلى سبيل المثال الدالة الجبرية البسيطة $y = \frac{1}{x}$ لها نقطة انفرادية عند القيمة $y = 0$ ، فإذا جعلنا قيمة y الموجبة صغيرة جداً نجد أن x تزداد بصورة كبيرة فى الاتجاه الموجب. أما إذا كانت قيم y السالبة تنهاى فى الصغر (مقتربة من الصفر) نجد أن x تأخذ قيمة كبيرة جداً سالبة. لذلك فإنه بالنسبة لأصغر تغير فى قيم y (ليكن من $+0,000001$ إلى $-0,000001$) تتغير x بمقدار كبير جداً (من $+1000000$ إلى -1000000). وواضح جداً أنه عند $y = 0$ صفر لا يمكن معرفة قيمة x . هذه هى الانفرادية الرياضية.

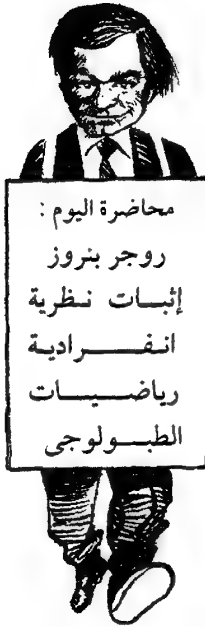


س	ص
١,٠	١,٠
٠,١	١٠,٠
٠,٠١	١٠٠,٠
-٠,٠١	-١٠٠,٠
-٠,٠١	-١٠
-١,٠	-١٠٠,٠

أما بالنسبة للنسبية العامة فلإن التفرد تعنى منطقة فى الفضاء والوقت يصبح عندها الانحناء قوياً جداً لدرجة أن قوانين النسبية العامة تفشل ويفترض أن نحل محلها قوانين نسبية الكم.

وتعتبر محاولات وصف التفرد باستخدام النسبية العامة فقط غير صحيحة ، أى وصفها بأنها النقطة التى يكون عندها الانحناء والجاذبية المتعلقة بالمد والجذر لا نهائية. والنسبية الكمية من الممكن أن تقوم باستبدال هذه النهايات «بالرغوة الكمية» وتختلط مع قوانين النسبية العامة. ولكن هذا لا يعنى أنه لا يمكن دراسة نقاط الانفرادية وفهم قوانين الفيزياء. فهناك بعض نظريات الانفرادية التى ولدت معلومات نوعية هامة تحت بعض الشروط. فعلى سبيل المثال إذا تم التعامل مع الرياضيات بفرض من الممكن إثبات صحة الانفرادية بالإضافة إلى توضيح معان فيزيائية كثيرة. وكذلك كانت نظريات الانفرادية التى وضعها بنروز ومن بعده هوكنج. وفى حلول سكووارزشيلد لمعادلات أينشتاين لا تعتبر نقطة نصف القطر الحرج نقطة انفرادية (وذلك بغض النظر عن وصفها بأنها نقطة الانفراد لسكووارزشيلد). حيث إن العمليات الفيزيائية متصلة عبر حدود هذه النقطة وأى تغير بسيط فى الأبعاد الرياضية يقوم بإزالة التباعد.

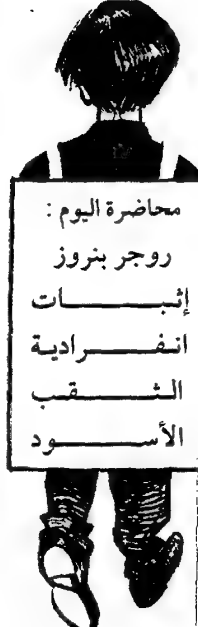




محاضرة اليوم :
روجر بنروز
إثبات نظرية
انفردانية
رياضيات
الطبولوجي

كانت هناك مجموعة من طلاب
سكياما يحضرون محاضرة
لبنروز عندما أعلن أنه أثبت أن
هناك تفرداً بالفعل عندما ينهار
النجم مكوناً ثقباً أسود.

ولم يكن هوكنج حاضراً تلك
المحاضرة ولكن أخبارها وصلته
في الحال وجعلته مكتئباً جداً.



محاضرة اليوم :
روجر بنروز
إثباتات
انفردانية
الثقب
الأسود

نتائج بنروز شيقة جداً، وأنا أتساءل إذا كان
من الممكن تكييفها لفهم أصل الكون :
الكون المتمدد على هيئة انهيار نجم عملاق
في عملية عكسية.

هل تعني أنه بعكس
إشارة الوقت ...



نعم . ربما يمكن تطبيق نفس الاعتبارات
التي أخذها في نظريته على النجوم. وسوف
أحاول تكييف نتائج على الكون بأكمله
وأرى ماذا يحدث.

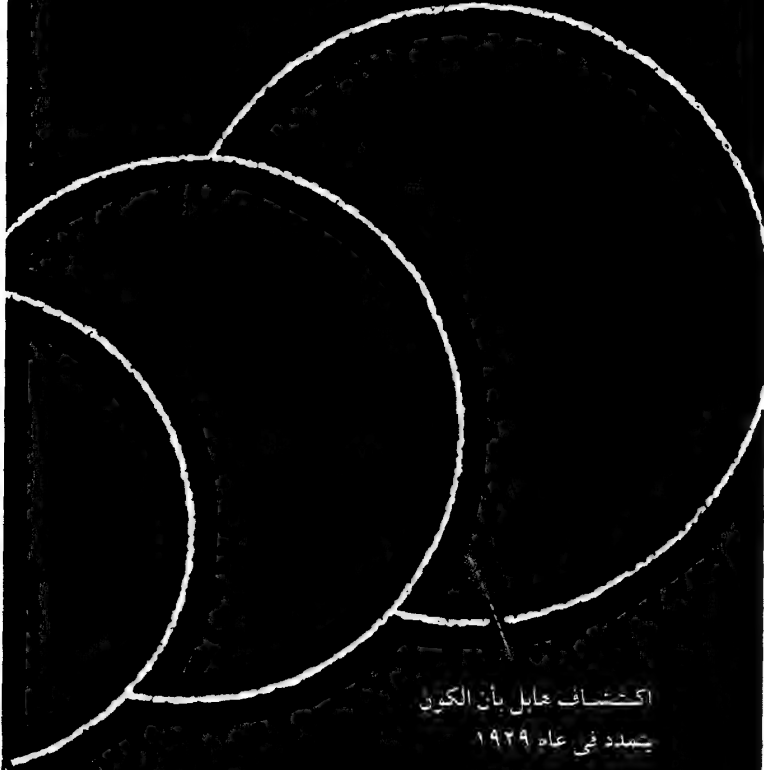
حسناً. لابد أن هذا
سيكون شيقاً جداً



وبعد انقضاء سنة واحدة فى حياته البحثية أصبح هوكنج يعرف نقطة التحدى التى سيقوم بدراستها. وكان عليه أن يعمل بجد لكي يقوم بتكييف معادلات بنروز وكذلك كان عليه أن يتعلم الرياضيات المتضمنة فى ذلك ليتم بها الفصل الأخير فى رسالته وكذلك أول نظرية انفرادية يضعها وهى «بداية الكون». وقد أوضح هوكنج أن النسبية العامة صحيحة وأنه لا بد من وجود نقطة انفرادية فى الماضى تعبر عن بداية الكون.

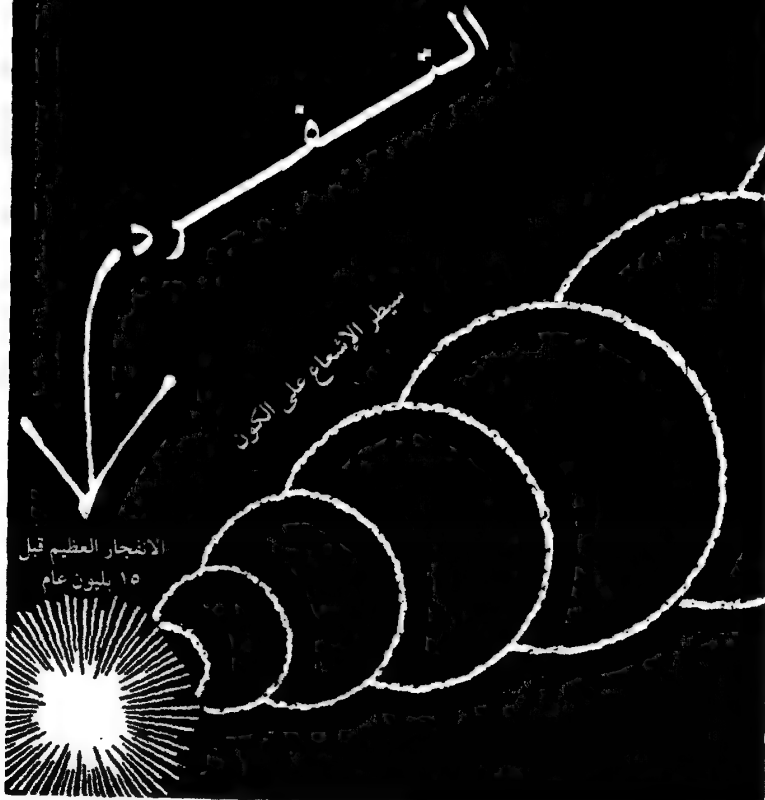


وقد نجح هيركنج وحصل على درجة الدكتوراه في عام ١٩٦٥ . وقد كانت هناك القليل من التعقيدات - مثل الأكوارد النهائية واللاتهائية - ولكنه خلال السنوات القليلة التالية قام بتطوير أساليب جديدة لإزالة هذه المشاكل.

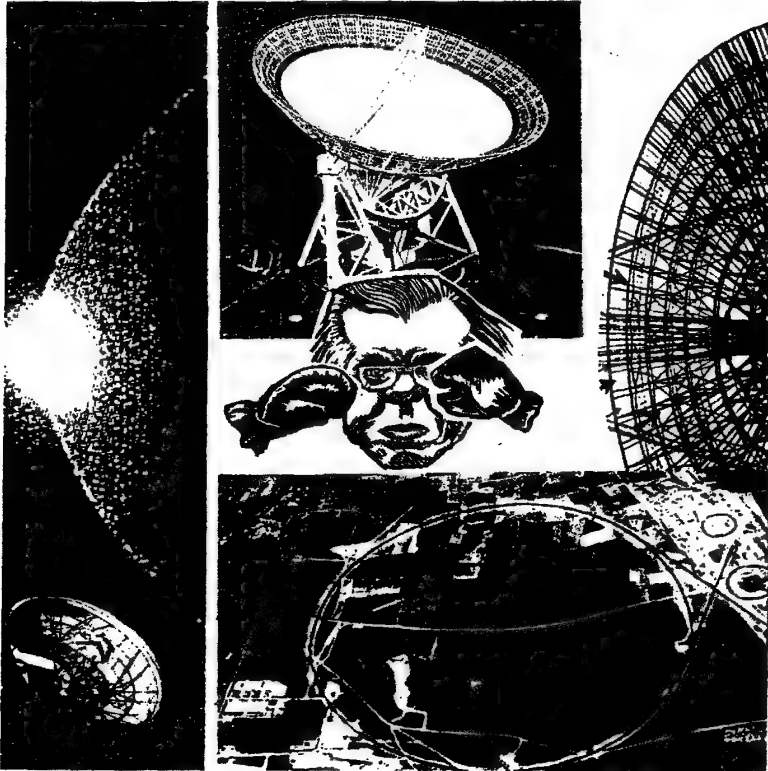


تكوين النظام الشمسي
قبل ٤,٥ بليون عام

وقد أصبحت هذه الأساليب مقبولة بصفة عامة وكلنا يقلل اليوم أن الكون قد بدأ بانفجار عظيم - أى الحالة الساخنة شديدة الكثافة. وهذا هو الإسهام الأساسى لهوكنج فى علم كونيّات الانفجار العظيم، وكنيجة له أصبح هوكنج مشهوراً عبر انحاء العالم بأسره، لذلك فى عام ١٩٧٠ - أى بعد مرور خمس سنوات على حصوله على درجة الدكتوراه، أصبح عالم كونيّات معروفاً دولياً.



وقد كان هوكنج نصيراً لنموذج الانفجار العظيم منذ أيامه الأولى كطالب دراسات عليا. وقد انتقد فى رسالته نموذج الحالة المستقرة لهويل وكذلك أثبت انفرادية الانفجار العظيم، الأمر الذى جعل اسمه مرتبطاً بهذه الانفرادية فى كل الأوقات. إنه لأمر شيق أن تتخيل تاريخ علم الكونيات (أو على الأقل التاريخ الحديث لهوكنج) إذا تم قبول تسجيله مع هويل فى جامعة كامبريدج. واليوم يقوم هويل وطالبه القديم جاى نارليكار بترميم نموذج الحالة المستقرة ولكن دون جدوى. فلقد تطور عالم علم الكونيات. وربما تم توضيح ذلك بصورة أفضل فى مجلة 'Sintific American' فى أحد مقالاتها فى العدد الخاص الذى نشر فى أكتوبر عام ١٩٩٤ عن الكون، والذى يبشر بأنه سيصبح الوصف المقبول لفهمنا للكون فى الألف عام القادمة.

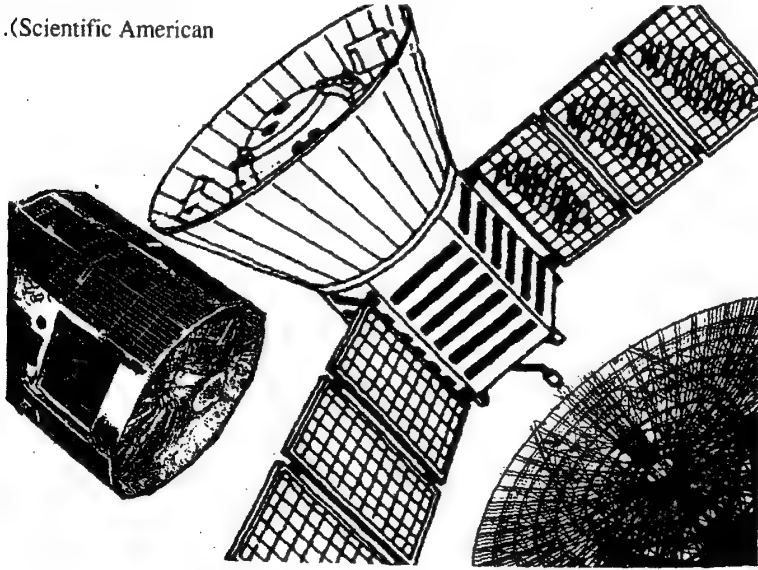


تطور الكون

يعتبر فهم تطور الكون هو أحد أعظم اكتشافات العلوم فى القرن العشرين. وقد أتت هذه المعرفة من عقود من التجارب الميدنة. حيث استخدمت التلسكوبات الحديثة، سواء إذا كانت على الأرض أو فى الفضاء، فى اكتشاف الإشعاع المنبعث من المجرات التى تبعد عنا بلايين السنوات الضوئية لتوضح لنا ماهية صورة الكون فى مراحل الأولى. وتقوم معجلات الجسيمات باختبار الطبيعة الأساسية للبيئة عالية الطاقة فى الكون الأولى. أما الأقمار الصناعية فتقوم بالنقاط الخلفية الإشعاعية الكونية المتخلفة من المراحل الأولى فى تكوين الكون وتمده لتمدنا بتخيل عن الكون فى أقصى المقاييس التى يمكن أن نلاحظها. وأفضل الجهود لتوضيح هذه الوفرة من البيانات تتجسد فى نظرية عامة تسمى النموذج الكونى القياسى أو علم كونيات الانفجار العظيم. وأهم مبادئ هذه النظرية هى أن فى المتوسط على مقياس كبير نجد أن الكون يتمدد بصورة متجانسة من حالته الكثيفة الأولى. وفى الوقت الحاضر لا توجد أية تحديات لنظرية الانفجار العظيم بالرغم من وجود مسائل غير قابلة للحل فى هذه النظرية. فعلى سبيل المثال لا يعرف علماء الفلك كيف تكونت المجرات ولكن لا يوجد ما يدعو لأن نعتقد بأن هذه العملية لا تتم داخل إطار الانفجار العظيم. وبالفعل قامت النظرية بتجاوز كل الاختبارات حتى الآن

(أكتوبر ١٩٩٤)

(Scientific American)



١٩٦٥ : عام كبير بالنسبة لهوكنج

تزوج هوكنج من محبوبته جان وايلد في كنيسة تريتي في كيمبريدج في شهر يولييه ١٩٦٥ . وبينما كان يزداد اعتماده على عكازه إلا أنه حصل على رسالة الدكتوراه وكذلك تزوج من زوجة مخلصه وذكية بالإضافة إلى مهارات رياضية جديدة ليستخدمها في عالم الكونيات، وكذلك حصل على عضوية في كلية كايوس ليكمل دراساته في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية. وبذلك لم يعد هوكنج مكتسباً.



ولا يزال هذا المزمو بنفسه إذا نظرت إليه
نظرة متفحصة لمجده يقول ...
أستطيع أن أفعل أى شىء ولا يمكن أن
توقفتى أشياء مثل مرض (ALS).

عقل غير قادر على التوقف

لقد كثرت القصص عن قدرات هوكنج العقلية المذهلة والتي كانت ظاهرة بوضوح في سنوات دراسته في أوكسفورد.

لقد قضى العديد من زملائه الأسابيع في مهمة حل ثلاث عشرة مسألة من أحد الكتب الصعبة وهو الكهربية المغناطيسية لـ بلين وبلين. وقد تم إخبارهم بأن يقوموا بحل أكبر عدد من المسائل قدر استطاعتهم وتمكن أغلبهم من حل مسألة أو اثنتين على الأكثر. وكطييعته تركها هوكنج لآخر يوم وبعد أن قضى الصباح في غرفته خرج ليقول أنه أكمل أول عشر مسائل فقط !

وقام أحد معلميه في أوكسفورد بتكليفه بحل بعض المسائل من أحد كتب الفيزياء الإحصائية الذي لم يكن يعجب به. وفي الموعد التالي عاد هوكنج بعد أن قام بمهمته بالإضافة إلى توضيح كل الأخطاء في هذا الكتاب. وأدرك أستاذه في هذا الوقت أن هوكنج يعرف عن هذه المادة أكثر مما يعرف هو.



وفي نهاية عامه الدراسي في أوكسفورد وبدون شك في بداية شعوره بأعراض مرض (ALS) سقط هوكنج بعنف من على السلم في فناء الجامعة. وكنتيجة لذلك أصيب بفقدان مؤقت في الذاكرة لدرجة أنه لم يتمكن حتى من تذكر اسمه. وبعد العديد من الساعات التي استجوبه فيها أصدقائه تمكن من العودة إلى حالته الطبيعية ولكنه كان منزعجاً من احتمالية حدوث إصابات دائمة في مخه. ولكي يتأكد قرر أن يخوض أحد اختبارات الذكاء. وقد كان مسروراً لأنه تمكن من اجتياز اختبارات الألوان الطائفة بتقدير يتراوح بين ٢٠٠ و ٢٥٠ !

ولا يوجد شيء من أمثال مرض ALS يستطيع أن يوقف هذا العقل.

ثورة الستينات

تعتبر فترة الستينات مرحلة فوران اجتماعي وتغيير جذري على الأرض سواء إذا استمر علماء التاريخ الاجتماعي في القرن الواحد والعشرين في تحليل ذلك أم لا. ولكن بالتأكيد ستكون وجهة نظر علماء تاريخ العلم أن هذه المرحلة مرحلة تغيير جذري في فهمنا للكون. وقد تمت الإشارة إلى هذه الفترة من قبل بأنها العصر الذهبي لعلم الكونيات النسبية. وقد أصبح أبطال الستينات رموزاً مألوفة وكذلك كانت لثورة عالم الكونيات أبطالها ولكنهم في الغالب غير معروفين بالنسبة لعامة الشعب.



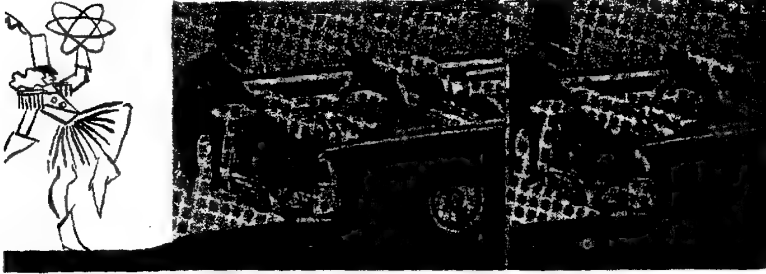
وقد كانت فترة الستينات فترة تطور ملحوظ في علم الفلك وذلك كنتيجة أساسية للتطورات في التكنولوجيا والأدوات. وقد أدت كل أنواع الظواهر غير المألوفة التي تمت ملاحظتها إلى تماذج جديدة للأجسام السماوية والتي يمكن وصفها فقط بأنها ثورة في علم الكونيات. وبداية هذه الثورة يمكن إرجاعها إلى الشقاء عصب بين الفضاء والزمن بطريقه لا يسهل محوها من ذاكرة التاريخ في القرن العشرين.



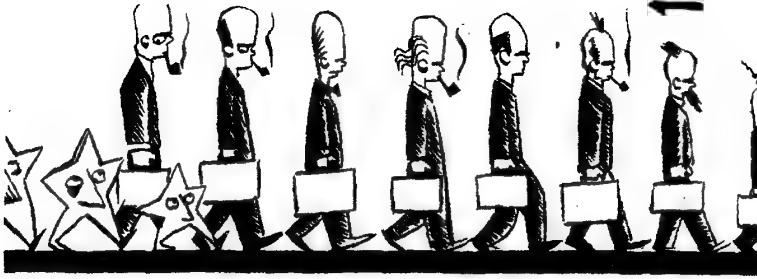
دالاس ١٩٦٣



إذا قمت بإجراء استفتاء بين الأشخاص المعمرين أكثر من خمسين عاماً إذا كانوا يتذكرون دالاس ١٩٦٣ فيقوم غالبيتهم بوصف شعورهم تجاه حادثة اغتيال جون ف. كيندى فى دالاس فى ٢٢ نوفمبر.



ولكن ربما توجد فئة صغيرة من هؤلاء الناس من يكون لهم رد فعل غامض . فهم بالطبع يتذكرون حادث اغتيال كيندى المأساوى، ولكن دالاس ١٩٦٣ لها دلالة أخرى عندهم. فقد حضرت مجموعة من ثلاثمائة من علماء الفلك والفيزياء والكون والنسبية ندوة تكساس الأولى فى الفيزياء والفلك ليميزوا اكتشاف الكواكبات (أشباه النجوم). وقد عقد هذا المؤتمر فى دالاس فى الفترة من ١٦ إلى ١٨ ديسمبر ١٩٦٣ بعد ثلاثة أسابيع فقط من اغتيال كيندى.



وقد تمت دعوة علماء النسبية (المختصون في التعامل مع معادلات أينشتاين) لكي يتلاقوا في حوار مع علماء الفلك وعلماء الفيزياء والفلك. وفي الخامس والعشرين عاماً الأخيرة بعد نشر البحث الشهير لأوبنهايمر وسنايدر عن انهيار النجوم تم اقتراح النسبية العامة كتوضيح ممكن لكثير من الظواهر الفيزيائية التي تمت ملاحظتها بالفعل بواسطة علماء الفلك. وقد ساد الاعتقاد بأن النجوم المنهارة جدياً (والتي تمت تسميتها الثقوب السوداء) ربما تمدنا بالوسائل اللازمة لتوضيح الأجسام الجديدة والمثيرة والتي تسمى أشباه



النجوم (Quasars) وقد ألقى توماس جولد (أحد مؤسسي نظرية الحالة المستقرة) محاضرة في ندوة دالاس.

إن اكتشاف أشباه النجوم يجعلنا نؤمن بأن النسبية وما يتعلق بها من أعمال معقدة ليست مجرد حلية ثقافية وإنما هي بالفعل مفيدة في العلوم !

وهذا مدعاة لسرور كل الناس :

فالمختصون في النسبية يشعرون بأنه تم تقديرهم وأن لهم خبرة عالية في مجال عرفوا أنه موجود بصعوبة. أما علماء الفيزياء والفلك فقد وسعوا امبراطوريتهم عن طريق إلحاق مادة جديدة ... ألا وهي النسبية العامة.

إن ذلك كله مدعاة للسرور، لذا دعونا نتمنى أن يكون صحيحاً.

**FIRST
TEXAS
SYMPOSIUM
ON
RELATIVISTIC**

وقد اتضح أنها صواب، كما وضح هوكنج نفسه بعد ٣٠ عاماً.

لقد حدث تغير كبير في منزلة النسبية العامة وعلم الفلك في الثلاثين عاماً الماضية. فعندما بدأت بحثي في قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية في كامبريدج عام ١٩٦٢ كان يعتقد أن النسبية العامة رائعة ولكنها نظرية معقدة جداً لدرجة أنها لا تتصل بالعالم الواقعي على الإطلاق. وكان علم الفلك يعتبر علماً كاذباً حيث إن التأملات الشاذة كانت غير مفيدة بأي ملاحظات ممكنة.

والموقف الآن يختلف كثيراً، ليس فقط كنتيجة للتطور الهائل في مستوى الأرصاد باستخدام التكنولوجيا الحديثة ولكن أيضاً كنتيجة للتقدم الهائل في اجانب النظري الذي حققناه.

هذا هو المجال الذي أستطيع أن أدعى أنني قمت فيه بإسهامات متواضعة.

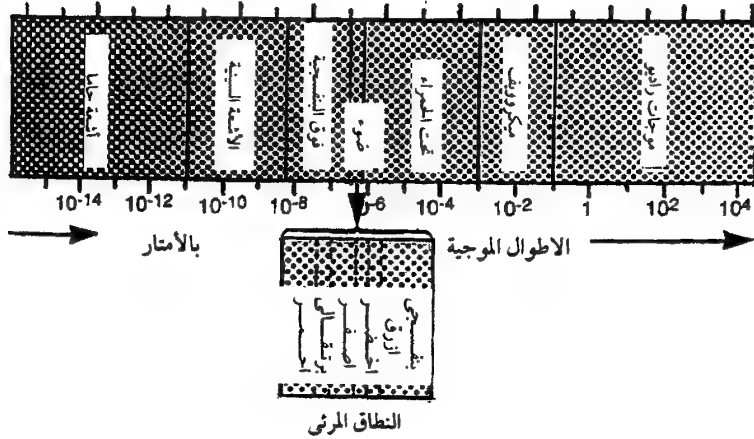


ولكن رصد أشباه النجوم يتطلب أساليب رصد جديدة ، لذلك قبل ذكر الجوانب المثيرة في أشباه النجوم دعنا نقوم بتوضيح شيء نحتاج لمعرفته.

شئىء نحتاج إلى معرفته : الطيف الكهرومغناطيسى

إن الطيف الكهرومغناطيسى يبدو فنياً جداً حيث إن شقيه نادراً ما يستخدمان خارج العلوم الطبيعية. فإن الشق الأول (الكهرومغناطيسى) فقط يعنى الموجات التى ستحدث عنها (ضوء، راديو، تحت الحمراء) تتكون من مجالات كهربائية ومغناطيسية مهتزة (تتغير شدتها مع تغير الوقت والمكان). أما الشق الثانى (الطيف) فيشير إلى مدى أحجام هذه الموجات (أى المدى الذى تتراوح فيه أطوالها الموجية).

والطيف الكهرومغناطيسى يشير إلى كل الأطوال الموجية للإشعاع التى يمكن أن توجد فى الطبيعة. والموجات التى لها أطوال موجية مختلفة تكون لها خصائص مختلفة وكذلك يتم إنتاجها بعمليات فيزيائية مختلفة. والإشعاع الغير مرئى الذى يأتى من النجوم والمجرات (بالطبع بالإضافة إلى الضوء المرئى أو النطاق الضوئى) يمدنا بمعلومات مفيدة بالرغم من أنه لا يرى بالعين المجردة.



والأطوال الموجية تغطى مدى واسعاً من القيم ابتداء من الأشعة السينية (أقل من المسافات بين الذرات فى المادة الصلبة) إلى موجات الراديو (طولها يصل الى عدة كيلو مترات). وهذه الموجات تتحرك بنفس السرعة وهى نفس سرعة انتشار الضوء. وهناك علاقة بسيطة بين الطول الموجى وتردد المصدر الذى يشع هذه الموجات وسرعة انتقالها :

(الطول الموجى) \times (التردد) = (سرعة الضوء).

وقبل الستينات من القرن العشرين كانت الأرصاد تعنى علم الفلك الضوئى (أو المرئى) وهو عبارة عن الملاحظة باستخدام تلسكوبات مكونة من عدسات زجاجية أو مرآيا عاكسة وتسجيل هذه الملاحظات إما بالعين أو عن طريق كاميرات حساسة. وتم استخدام بعض الأفلام الحساسة لتوسيع نطاق الملاحظة إلى الأشعة تحت الحمراء الغير مرئية والتي لها أطوال موجية أكبر من الضوء. ولكن خلال أواخر الخمسينات والستينات أصبح كل النطاق الكهرومغناطيسى تقريباً من الممكن التقاطه بواسطة علماء الأرصاد، لذلك فإننا الآن لدينا علم الفلك المبني على أشعة الراديو وآخر مبني على الميكروويف وثالث للأشعة تحت الحمراء وآخرين للضوء، والأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما. والاكتشافات العظيمة فى الستينات نتجت عن مدّ الأرصاد خارج النطاق الضوئى وخاصة فى مدى الأطوال الموجية الكبيرة من الميكروويف وموجات الراديو. وقد تم اكتشاف أشباه النجوم والنجوم النابضة (والتي سيتم توضيحها فيما بعد) فى نطاق ترددات الراديو أما الخلفية الإشعاعية الكونية فتم التقاطها فى نطاق الميكروويف. وعلى الجانب الآخر فإن أرصاد الأشعة السينية قامت بإمدادنا بأول دليل على وجود الثقوب السوداء من ملاحظات جورج سيجناس (س-١) فى أواخر السبعينات.



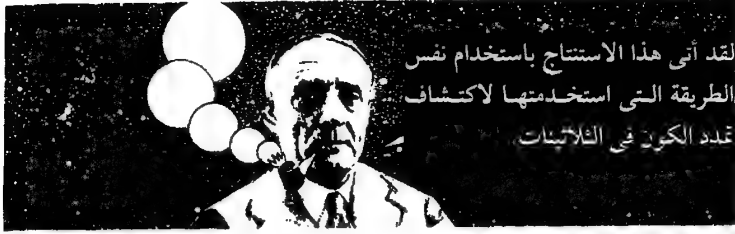
١٩٦٣ : أشباه النجوم Quasars

لقد أدت الأرصاد التي قام بها علماء الفلك الضوئي والراديو إلى اكتشاف نصف دستة أجسام مضيئة في السماء والتي لها أخجام مماثلة لحجم النجوم ولكن ذات طيف غريب لا يشابه طيف أى نجم قد لوحظ من قبل.

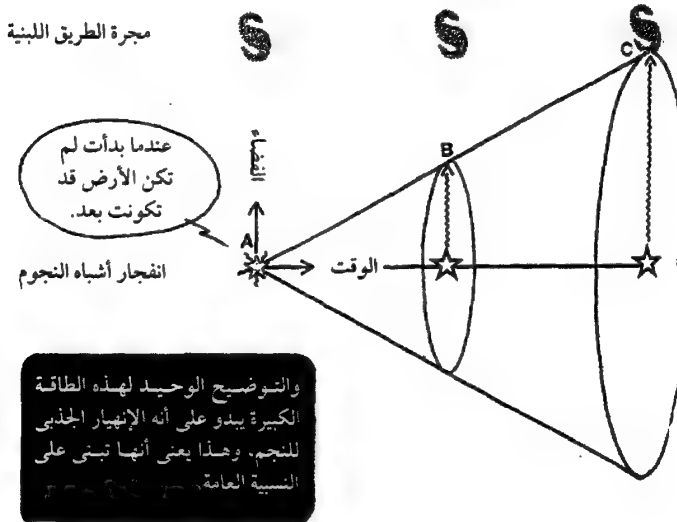
ولقد تحير الجميع من هذه الأجسام حتى قام عالما الفلك مارتين سكيتم وجيس جرينتشين في كالتك بعمل اكتشاف في الخامس من فبراير عام ١٩٦٣ .



وقد أوضحت القياسات أن أشباه النجوم تتحرك مبتعدة عن الأرض بسرعات هائلة جداً ولذلك فمن المؤكد أنها بعيدة جداً جداً.



لقد ساد الاعتقاد في البداية بأنها نجوم في مجرة الطريق اللبنية ويأتي ابتعادها عنا كنتيجة لتمدد الكون. ولكن بناءً على المسافات الهائلة التي تبعدنا عنها، عندما تم قياس الطاقة المنبعثة منها اتضح أنها تشع طاقة أكبر مائة مرة من أكثر المجرات إضاءة على الإطلاق. أشباه النجوم ينبعث الضوء من أشباه النجوم عند نقطة A وبعد مرور بلايين السنين عند النقطة B لم يصل الضوء إلى مجرة الطريق اللبنية بعد. وفي النهاية عندما يصلنا عند نقطة مثل C فإننا نلتقطه وكأنه قادم كله من مسار عبر النقطة A.



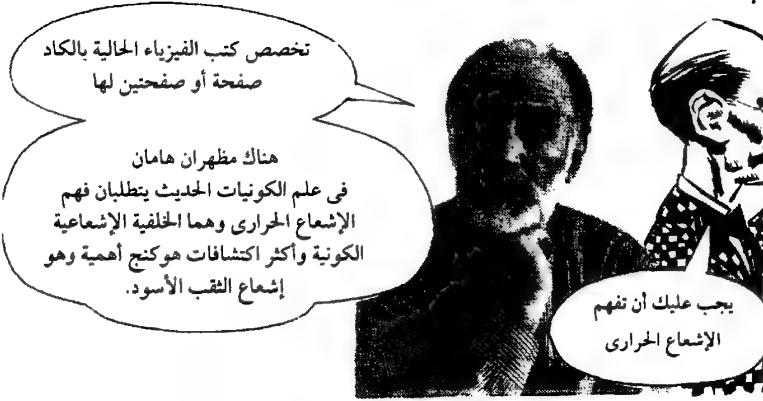
١٩٦٥ : الخلفية للإشعاع الكونى

فى عام ١٩٦٥ تحول اكتشاف الميكروويف بالمصادفة من الفضاء الخارجى إلى أول دليل عملى على احتمالية صحة الانفجار العظيم وقبل هذا الحدث كان هذا النموذج يعتبر مزحة أو فكاهة، ونعرض الآن كيف حدث ... لقد أدى تصور آبى جورج لاماتير فى عام ١٩٢٧ أن الكون كان عبارة عن ذرة أساسية (أو بيضة كونية) إلى أن يعتقد بعض علماء الكونيات أن الكون الابتدائى كان عبارة عن بلازما ساخنة عالية الكثافة وسريعة التطور. وقد أخذ أحد العلماء النظريين وهو جورج جامو (الذى ارتحل من روسيا إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وتميز بقدرته العالية على التخيل)، أخذ فى اعتباره تأثير البرودة التى تعرضت لها هذه البلازما مع تمدد الكون، عند ذلك قام بتنبؤ واحد من أهم التنبؤات فى تاريخ العلم.



وكل جسم له درجة حرارة ما يقوم بإشعاع موجات كهرومغناطيسية بصورة مستمرة والتي تسمى بالإشعاع الحرارى حتى ولو كانت درجة حرارته خمس درجات فوق الصفر المطلق. والسؤال الآن هو: كيف نقيس هذا الإشعاع وفى أى نطاق من الطول الموجى نبعث؟ ولكى نكمل هذا الجزء من القصة هناك شىء يجب أن نعرفه !

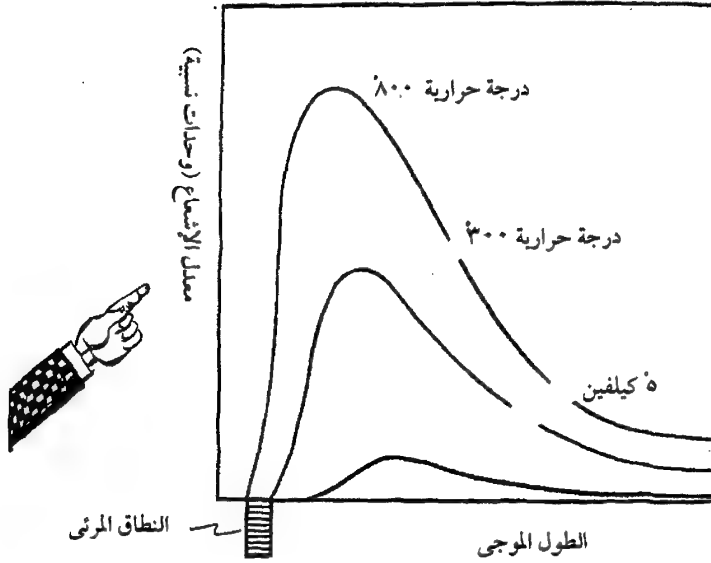
شىء ما نحتاج لمعرفته : الإشعاع الحرارى



الخطوط الفيزيائية العريضة للإشعاع الحرارى بسيطة جداً بالرغم من أنه يتطلب مبادئ جذرية (والتي بدأت مع نظرية الكم) والتي وضعها ماكس بلانك فى عام ١٩٠٠ لتوضيح تفاصيله. وقد وضع كيفية اعتماد المعدل النسبى لإشعاع الطاقة (موجات كهرومغناطيسية) على الأطوال الموجية عند درجات حرارة مختلفة. وتوضح المنحنيات النظرية لبلانك أن الإشعاع ينتشر وتنحرف قمته إلى ناحية الأطوال الموجية الأكبر كلما نقصت درجة الحرارة.

- عند درجة حرارة ٨٠٠م يتم إشعاع كمية كافية من الضوء المرئى مما يجعل الجسم يبدو أحمر متوهجاً بالإضافة إلى أن نسبة عالية من الطاقة تخرج فى صورة أشعة تحت حمراء.
- عند ٣٠٠م تخرج كل الطاقة تقريباً فى صورة أشعة تحت حمراء ولا يوجد أى إشعاع فى نطاق الضوء المرئى.

- عند خمس درجات فوق الصفر المطلق (أو -٢٦٨م) يكون الإشعاع كله خارج نطاق الأشعة تحت الحمراء ويقع فى نطاق الميكروويف؛ ولذلك فإن القياسات تتطلب مستقبلات خاصة لموجات الميكروويف.



وحيث إن شكل هذا المنحنى يتحدد بمعرفة درجة حرارة الجسم المشع فقط، فإن قياس الأطوال الموجية المختلفة يعطينا تنبؤاً بدرجة الحرارة. وعلى العكس إذا كانت درجة حرارة الجسم المشع معروفة فمن الممكن رسم شكل للتوزيع الإشعاعي من خلال معادلات نظرية.



ونعود إلى تنبؤ جامو، المنحنى النظرى لتوزيع الإشعاع الحرارى عند درجة حرارة خمسة فوق الصفر المطلق يوضح أن قمة هذا الإشعاع يجب أن تكون فى نطاق الميكروويف من الطيف الكهرومغناطيسى وبينما كانت مجموعات أخرى تقوم بالتخطيط لتجارب فحص لموجات الميكروويف التى ذكرها جامو، تم اكتشافهم بالصدفة بواسطة الباحثين أرنو بنزياس وروبرت ويلسون فى معامل تليفونات بيل فى شمال نيوجيرسى فى الولايات المتحدة الأمريكية.



تاريخ الكون

أدى تمدد الكون إلى ترقق
وتبريد الشهاب الأبيض
الساخن للانفجار العظيم. ولا
يزال الإشعاع موجوداً حتى
الآن إلا أن أطواله الموجية
كبرت حتى وصلت إلى نطاق



الميكرو ووف الذي اكتشفه بنزياس وويلسون. وبالرغم من أنهم لم يستطيعوا القياس إلا عند طول موجي واحد، إلا أن بنزياس وويلسون فازا بجائزة نوبل أول من استطاع أن يؤكد عملياً الدليل الوحيد على الانفجار العظيم.

وهكذا فقد انفتح مجال جديد للبحث في علم الكونيات وهو دراسة منشأ الكون من خلال خلفية الكون للإشعاع.

لقد أدى اكتشاف خلفية الميكروويف في عام ١٩٦٥ إلى رفض
نظرية الحالة المستقرة وتوضيح أن الكون مر بمرحلة عالية الكثافة في
الماضي. ولكن هذه الملاحظات لا تستبعد أن يكون الكون نشأ
بطريقة مفاجئة وبحجم كبير جداً ولكن ليس عالي الكثافة.

وقد إحتكم هذا إلى أساسات نظرية في نظرية
الانفراذية التي أثبتنا أنا وبنروز، وقد قمنا بنشر
بحث بعنوان الانفراذات في الانفجارات الحديثة
وعلم الكونيات، وهي عبارة عن نظرية
للانفراذية التي وضعت وجوب حدوث
انفراذية في الوقت الماضي (الانفجار العظيم).
وتضمنت هذه النظرية أيضاً أن الوقت لا يلد أن
يأتي إلى نهاية ما عندما ينتهي النجم.

ومنذ ذلك الوقت تم أخذ أعمالى
في الاعتبار مع تواع وتضمنات
هذه النتائج



واستمر علماء الفلك المتخصصون في البحث في نطاق موجات الراديو في اكتشاف العديد من مجرات الراديو (أى تلك التى تشع موجات كهرومغناطيسية فى نطاق الراديو). بعد ذلك وفى عام ١٩٦٧ قامت طالبة بحث فى جامعة كامبريدج تسمى جاكلين بيل بالتقاط نبضات حادة عالية الانتظام على طول موجى ٣,٧ متر من أحد هذه المجرات. واعتقد علماء الفلك وقتها أنهم قد اتصلوا بحضارة خارج الأرض !

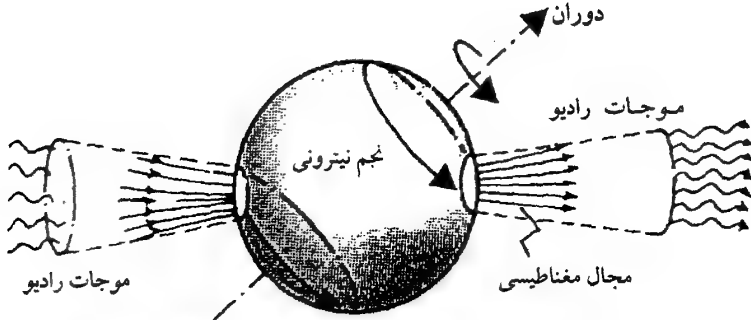


كانت هذه النبضات ضيقة جداً، وكان ذلك يعنى أن الجسم المشع يجب أن يكون صغيراً جداً لأنه لا يمكن أن يقوم جسم كبير بإشعاع نبضات قصيرة جداً. ويلاحظ أن طول الوقت من الممكن أن يجعل النبضات زائفة الحدود، لذلك لكى تصل إلينا بمثل هذه الحدود الواضحة لابد أنها كانت على درجة عالية من الانضغاط. أى أنها قادمة من جسم قطره أقل من ثلاثة آلاف كيلو متر على نفس مسافة النجم.

جاكلين بيل

وبينما كان فريق الفلكيين من كيمبريدج يقوم بإعلان نتائجه، كان فريق النظريين في قسم الرياضيات (سكياما وهو كنج وريس) يجلسون في المحاضرة بأناقة.



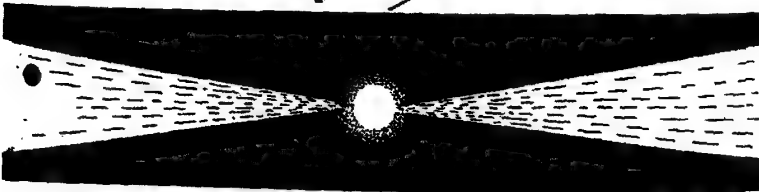


وقد أخذ الأمر شهراً قلائل من المناقشة حتى أصبح واضحاً. وكان أول من أوضح ذلك هو تومى جولد والذي كان يعمل قبل ذلك فى نظرية الحالة المستقرة.



النجوم النابضة هى عبارة عن نجوم نيترونية دوارة ولا يمكن أن تكون أى شىء آخر غير ذلك. وتصل موجات الراديو المنبعثة من هذا النجم إلى الأرض بطريقة متقطعة كنتيجة لدوران النجم، مثل المنارة

نجم نيتروني دوار (منارة إرشادية)



الثقوب السوداء

مع إقتراب الستينات من القرن العشرين كان كل الناس يتحدثون عن النجوم المنهارة جذبياً. وقد أصبحت النجوم المنهارة جزئياً (مثل الأقزام البيضاء والنجوم النيوترونية) هدف علماء الفلك الدائم. ولكن جون ويلر اهتم أكثر بالنجوم ذات الكتلة الكبيرة والتي تنهار كلياً.



وكان لهذه الكلمة تأثير السحر حيث بدأ كل شخص في استخدامها، وحتى المتخصصين يعرفون الآن أنهم يتحدثون عن نفس الشيء. وقد حلت الثقوب السوداء محل النجوم المنهارة جزئياً في موسكو وباسادينا وبرينستون وكيمبردج.

عصر الثقوب السوداء

ساد الهراء فى كل الأوساط وأصبح العالم على الأقل قادراً على تجميع كل الفيزياء الجديدة المعقدة وعلم الفلك فى كلمتين بسيطتين قد ملأنا كل أعمدة الجرائد. والتقط الكتاب هذه الكلمات الرنانة الجديدة وظهرت كتب جديدة فى العلوم. أما فى التلفزيون ظهرت خدع النجوم ذات الأغراض الدخيلة الغريبة هى وسفن الفضاء الخاصة بها. أما فى حفلات العشاء كان العلماء فى بقعة الضوء ليقوموا بتوضيح الثقوب السوداء لأصحابهم. وكذلك أصبحت الثقوب السوداء كلمات منزلية مألوفة ... ولكن هل يعرف أى أحد حقيقة معناهم ؟



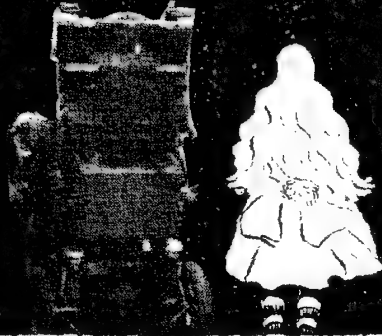


مولد وموت النجوم

تتكون النجوم عندما تؤدي قوى الجذب المتبادلة بين جزيئاتها الطافية في الفضاء (معظمها غاز الهيدروجين) إلى تكوين قطع كبيرة. ثم تتجمع هذه القطع وتندمج مع بعضها مما يؤدي إلى زيادة الجذب بين الجزيئات التي تقترب أكثر فأكثر حتى يؤدي الضغط الزائد إلى حدوث تفاعلات بين الجزيئات تنتج عنها ارتفاعات في درجة الحرارة.

وتستمر هذه العملية حتى يتوهج الغاز مكوناً إشعاعاً كهرومغناطيسياً بكل الأطوال الموجية وكلما ازداد الانضغاط تزداد شدة التفاعلات حتى يصبح ضغط الإشعاع كبيراً بدرجة كافية ليقف أي انكماش جليبي.

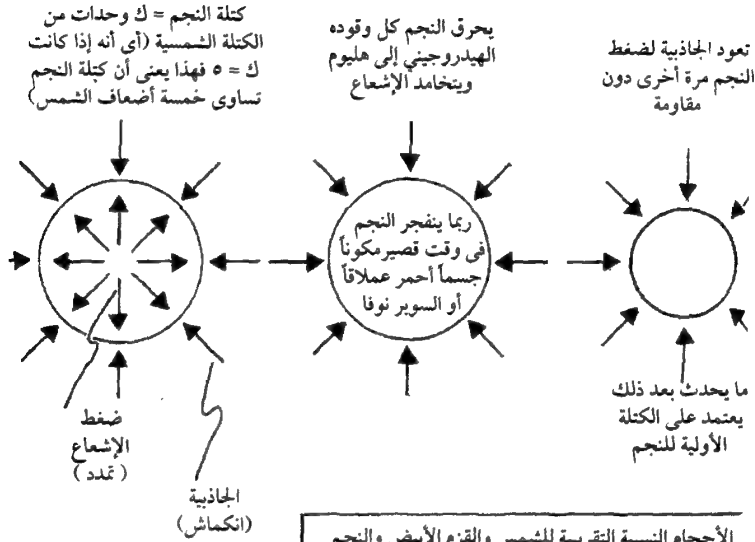
عند ذلك يصل النجم إلى اتزان ديناميكي ويشتت ضوءاً لعدة بلايين من السنين.







كيف تنهار النجوم لتكون الأقزام البيضاء والنجوم النيوترونية والثقوب السوداء



يحترق النجم لعدة بلايين السنين في اتزان ديناميكي مشعاً ضوءاً وحرارة.

الأحجام النسبية التقريبية للشمس والقزم الأبيض والنجم النيوتروني والثقوب السوداء	
الشمس	قزم أبيض
قزم أبيض	نجم نيوتروني
نجم نيوتروني	ثقب أسود

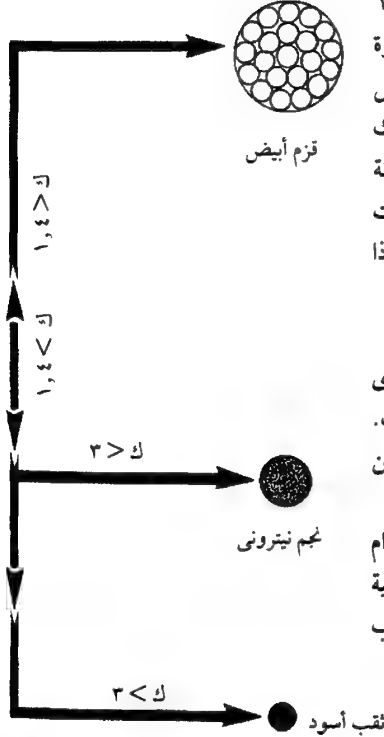
القرزم الأبيض (نصف القطر = ١٦٠٠ ميل) إذا كانت ك أكبر من ٤, ١ ينكمش النجم حتى تتداخل ذرات الغاز. عند ذلك تكون قوى التنافر بين الإلكترونات كافية لوقف عملية الانكماش.

النجم النيتروني (نصف القطر = ١٦ كم) إذا كانت ك أكبر من ٤, ١ تغلب قوة الجذب على المقاومة الإلكترونية مما يجعل الإلكترونات تسقط في النواة، عند ذلك تندمج الإلكترونات والبروتونات مكونة نيوترونات. ويقوم التنافر بين النيوترونات بوقف الانكماش الناتج عن الجذب إذا كانت ك أقل من ٣.

الثقب الأسود

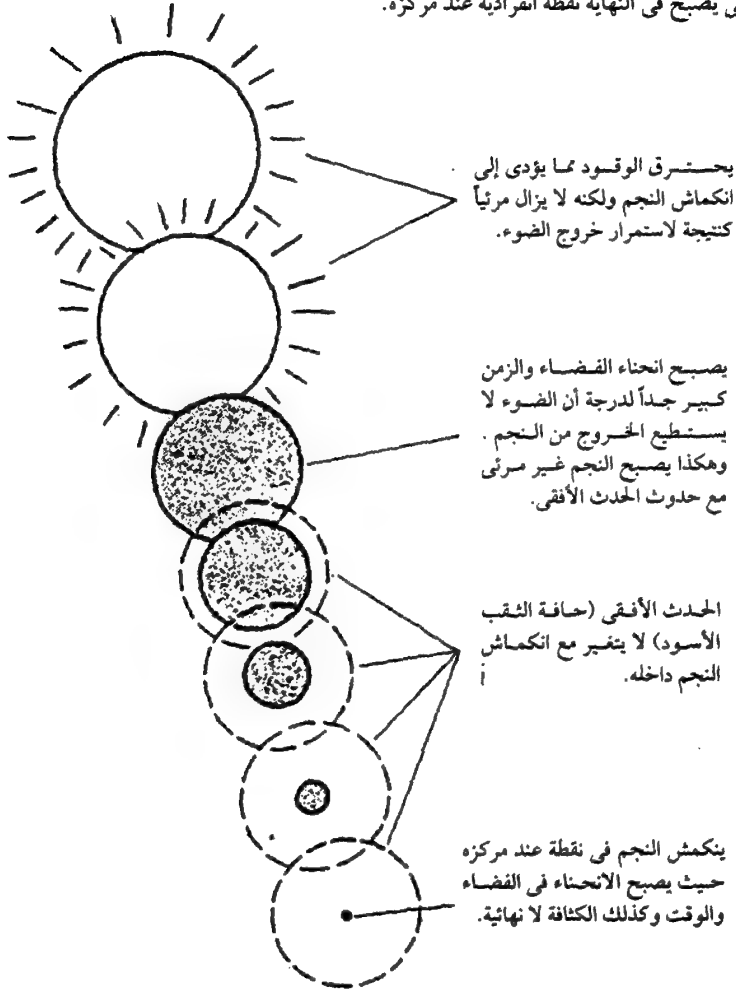
إذا كانت ك أكبر من ٣ لا يستطيع أى شيء وقف الانكماش الناتج عن الجذب. عند ذلك ينهار النجم تماماً ويختفى عن الرؤيا؛ يتكون ثقب أسود.

من الممكن رصد مسارات الأقزام البيضاء والتقاط نبضات النجوم النيوترونية الدوارة، ولكن لا يمكن رؤية الثقوب السوداء بصورة مباشرة.



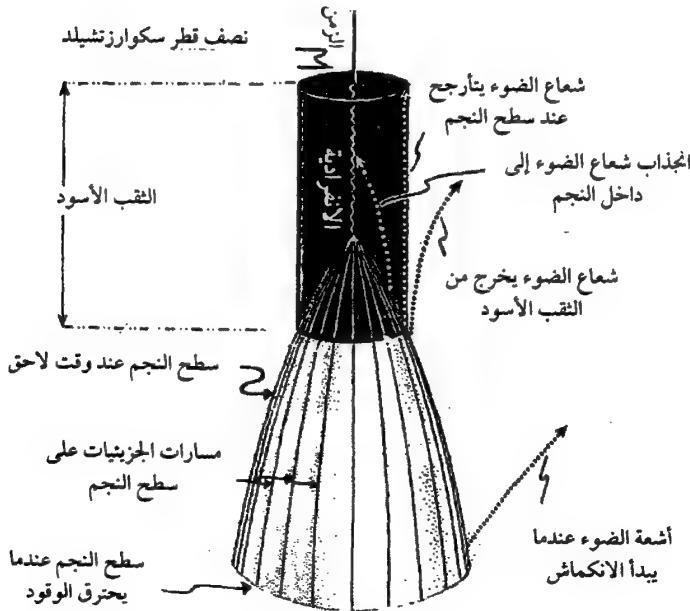
في حالة الثقب الأسود يكون انحناء الفضاء كبيراً جداً لدرجة أنه عند نصف قطر معين (يسمى الحد الأفقي) ينشئ الضوء المبعث من سطح النجم الذي داخله، وهذا يعني أن الانسعة ندخل إلى النجم بدلاً من الخروج منه. وبذلك يختفي النجم عن الرصد بواسطة أى مشاهد خارجي.

تقوم هذه الدوائر متناقصة الحجم بتوضيح كيفية إحتراق النجم عن طريق نقصان قطره ماراً بمرحلة الحدث الأفقى* مكوناً الثقب الأسود حتى يصبح فى النهاية نقطة انفرادية عند مركزه.



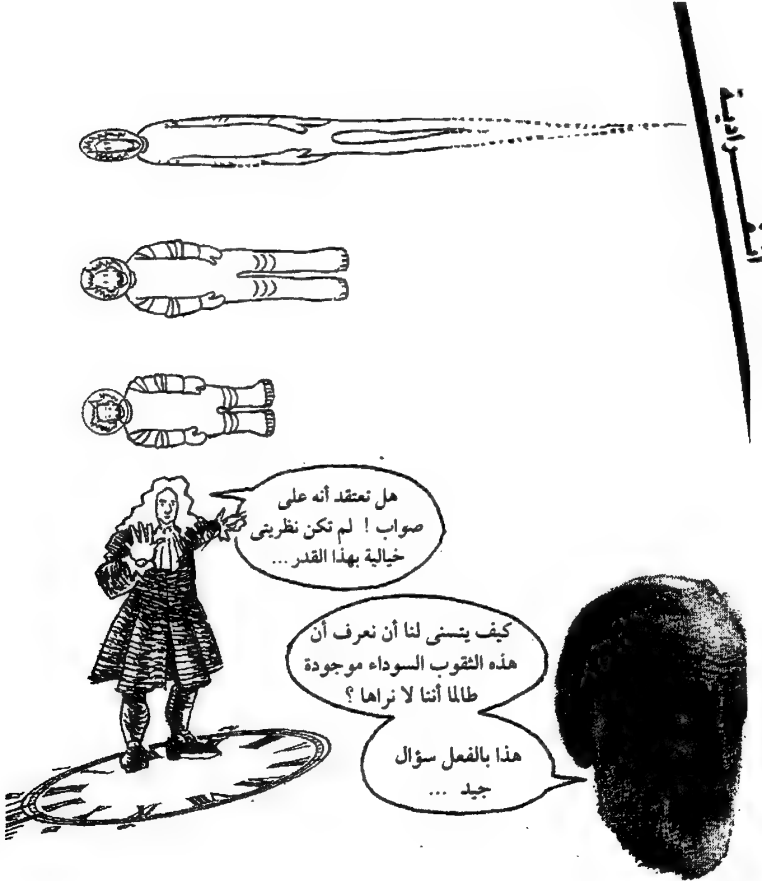
* هذه الكلمة تعنى توقف الزمن أى أنه مع تغير الزمن تكون الأحداث ثابتة ولا تتغير وذلك نتيجة لعدم تحرك أشعة الضوء عن سطح النجم كما سترى فيما بعد. (المترجم).

والرسم التالي يوضح نفس المعلومات ولكن في رسمه ثلاثية الأبعاد متضمنة الوقت على الإتجاه الرأسى. وهذا الرسم يوضح انحناء أشعة الضوء وانكماش سطح النجم وهو فى طريقه إلى نقطة الانفردية من خلال الحدث الأفقى وانهايار النجم. من الضروري جداً فهم مسار أشعة الضوء من سطح النجم مع مرورها على الحدث الأفقى. قبل تكون الحدث الأفقى مباشرة تنحني أشعة الضوء بقوة كنتيجة لانحناء الفضاء وتستطيع بالكاد مغادرة سطح النجم. وبعد لحظات قليلة عندما يكون النجم فى داخل الحدث الأفقى تنجذب أشعة الضوء إلى داخل النجم باتجاه الانفردية عند المركز. ولكن بين هاتين النقطتين عندما يكون النجم قد وصل الحدث الأفقى تماماً تكون الجاذبية قوية جداً لدرجة أنها لا تسمح للضوء بالخروج من سطح النجم ولكنها ليست على درجة القوة التى تجعل الضوء ينحنى داخل النجم، وهذا يعنى أن أشعة الضوء تحوم عند سطح النجم وهذا هو الحدث الأفقى.



ماذا يحدث إذا سقط شخص ما داخل الثقب الأسود ؟

يقوم أينشتين وعلماء النسبية بالإجابة على هذا السؤال بطريقة تفوق الخيال العلمي فبناءً على حلول أوبنهايمر وسنايدر أى شخص يدخل خلال الحدث الأفقى لا بد وأن يبلغ نقطة الانفردية بنتائج مشنومة. فسوف يخضع لعمليات شد وضغط متتالية حتى يصل إلى مركز الثقب الأسود، وحينها سيشد جسده بطريقة لا نهائية ليصبح لا نهائى الطول وينضغط سمكه وعرضه إلى الصفر مشابهاً الإساجيتى !
وحتى ذرات جسده سوف يحدث لها نفس الشيء !

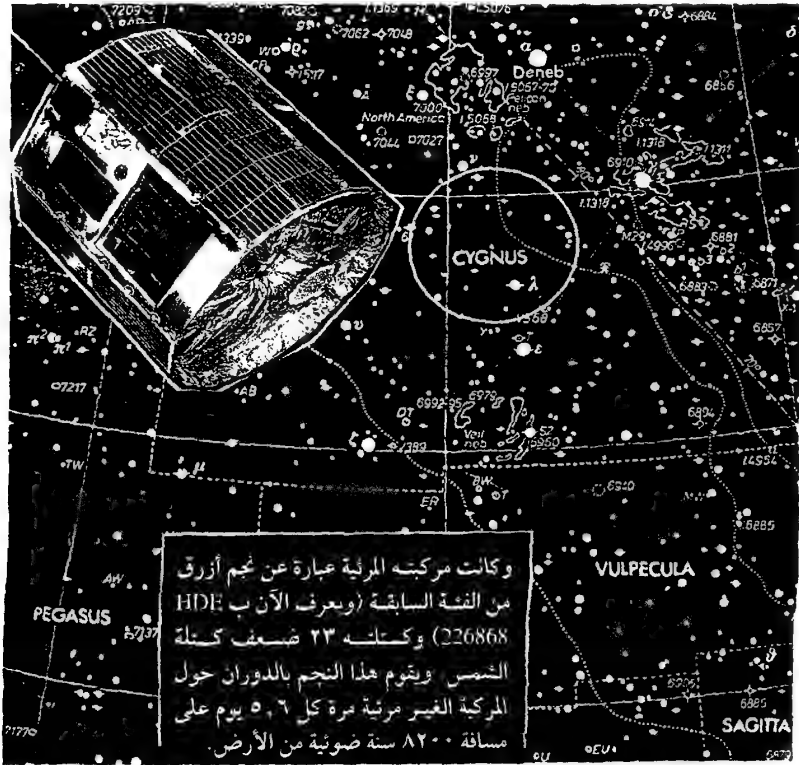


الدليل الرصدى للثقوب السوداء

ذكر ستيفن هوكينج أن هناك الآلاف والآلاف من الثقوب السوداء فى مجرة الطريق اللبنية وحدها، ولكن حتى هذا اليوم لم يتمكن أى فلكى من ملاحظة اختفاء أى نجم معروف. ولكى نقوم برصد الثقب الأسود لابد من استخدام طرق غير مباشرة مثل رصد نظام نجمى مزدوج يتكون من نجمين أحدهما مرئى والآخر غير مرئى (أى ثقب أسود). وقد كان لجون ويلر استعارة بليغة لهذا النظام.

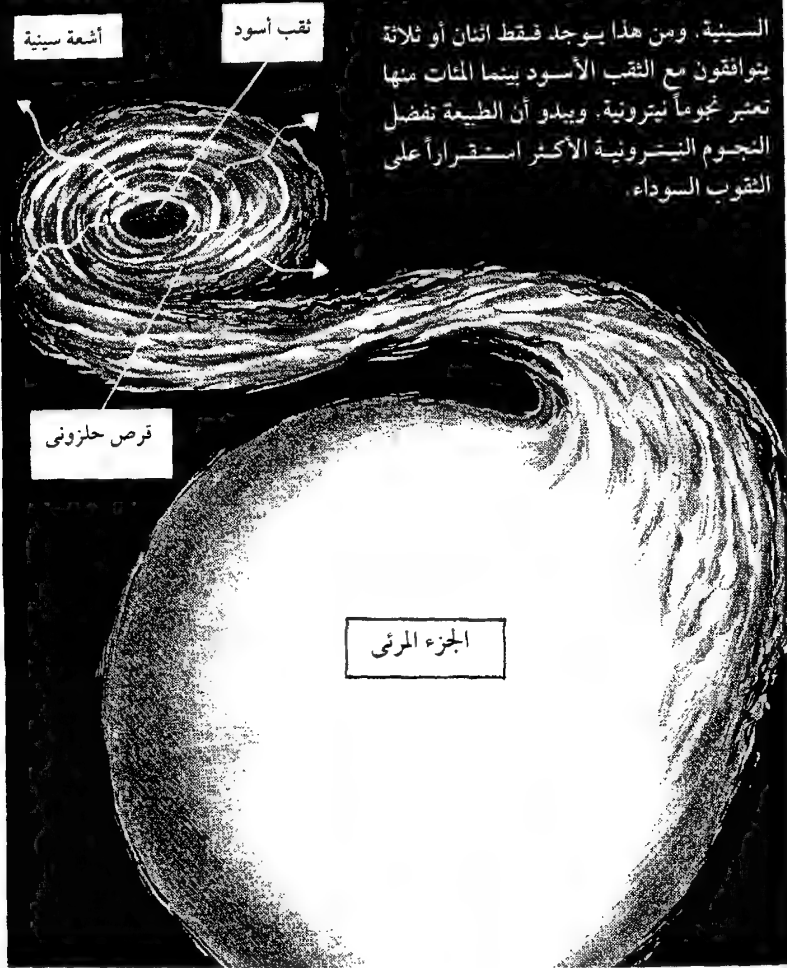


فى ديسمبر عام ١٩٧٠ تم إطلاق قمر الأشعة السينية «أورنو» من سواحل كينيا. وكان علماء الفلك على وشك استخدام جزء آخر من الطيف الكهرومغناطيسى لاختبار السماء بدقة. وفى خلال ستين تم التقاط ٣٠٠ مصدر للأشعة السينية. وكان أحد هذه المصادر موجوداً فى المجموعة النجمية سيجناس (والتي تسمى الآن (سيجناس X-١)) يشبه تماماً النظام النجمى المزدوج الذى كان ينتظره المتحمسون للثقب الأسود.



وبواسطة التقدير الجيد لكتلة وفترة دوران HDE 226868 تمكن علماء الفلك من حساب كتلة الجزء غير المرئى لتكون ١٠ أضعاف كتلة الشمس. وهى كبيرة جداً ولا يمكن أن تكون نجم نيترونى ، لذلك فهى ثقب أسود.

عند ذلك قام العلماء النظريون بتطوير نموذج لوصف الأشعة السينية. وقد اعتقدوا أن الثقب الأسود يقوم بمص المادة من شريكه المرئي صانعاً بذلك قرصاً إضافياً حول نفسه. وتقوم الأجزاء الداخلية الساخنة والتي تتحرك بسرعة الضوء تقريباً بعمل نبضات مفاجئة من الأشعة السينية قبل اختفاء هذا الجزء الحلزوني من المادة داخل الثقب الأسود. ومنذ اكتشاف سيجناس $X-1$ تم إطلاق قمر صناعي يعمل بالأشعة السينية آخر في عام ١٩٧٨ يسمى أينشتين. وقد قام هذا القمر برصد أكثر من ١٠٠٠ مصدر للأشعة



السينية. ومن هذا يوجد فقط اثنان أو ثلاثة يتوافقون مع الثقب الأسود بينما المئات منها تعتبر نجومًا نيترونية. ويبدو أن الطبيعة تفضل النجوم النيترونية الأكثر استقراراً على الثقوب السوداء.

الجزء المرئي

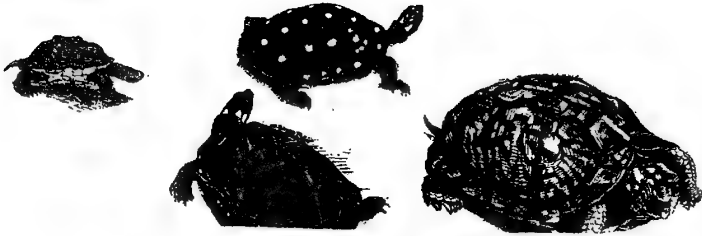
ويقنع هوكنج تماماً الآن بأن سيجناس X-1 هو ثقب أسود.



نص الحوار الذي دار بين ستيفن
هوكنج وكيب ثورن حول كون
سيجناس X-1 ثقب أسود.

السبعينات : هوكنج والثقوب السوداء

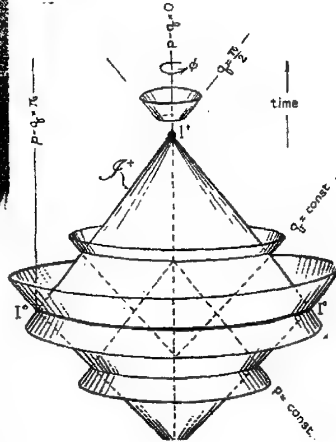
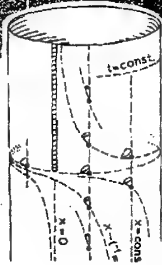
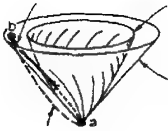
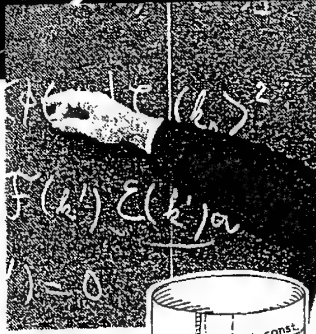
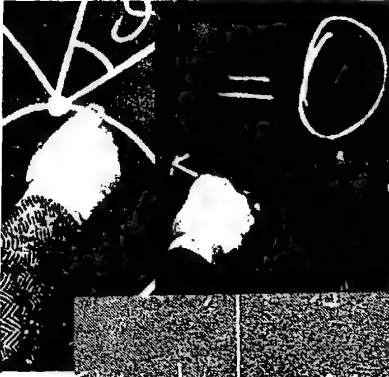
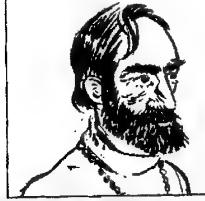
فى بداية السبعينات سادت النسبية العامة والثقوب السوداء. وكان هوكنج فى هذه الأحيان يحتاج إلى مشاية ذات أربع أرجل لكي يتزن فى حركته. وكان يعمل باستقلال ويختار شركائه فى العمل من جميع أنحاء العالم. قام هوكنج بتطبيق الأساليب الرياضية المتقدمة التى وضعها بنروز (من الطبولوجى) على خصائص الثقوب السوداء. ولم يستطع جون ويلر ومجموعته البحثية فى برينستون وزيلندوفيتش ومجموعته فى موسكو وكذلك كيب ثورن أحد طلاب ويلر فى هذا الوقت لم يستطع كل هؤلاء مجازاة هوكنج. فقد تمكن من تسيد كل هذه الطرق الرياضية وأصبح اسمه مقروناً بالثقوب السوداء.

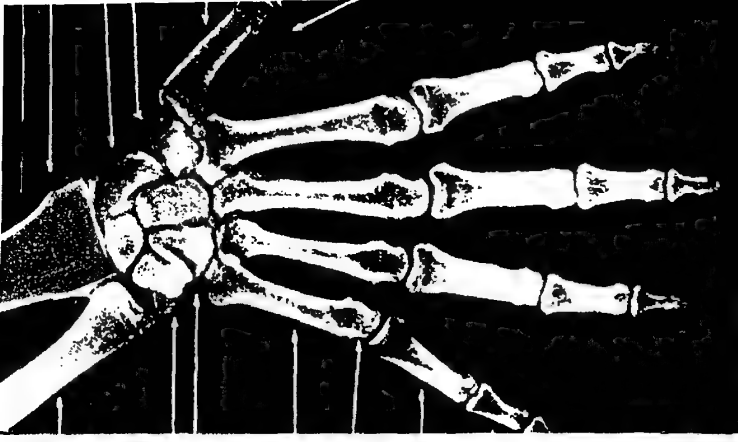


اصبح ثورن صديقاً حميماً لهوكنج ولاحظ تطوره عن قرب.

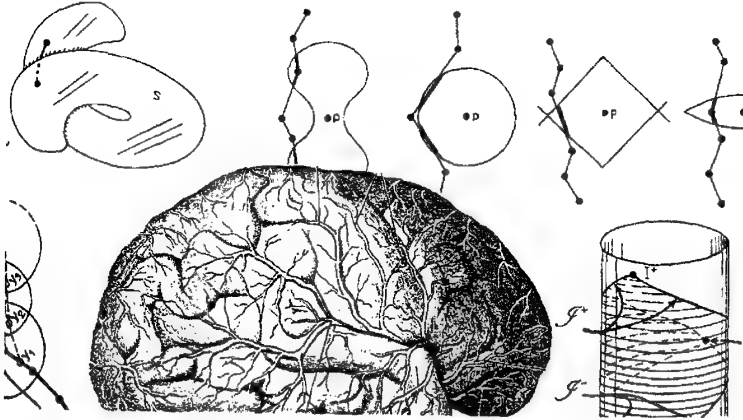
فى نوفمبر ١٩٧٠ كان ستيفن يخطو أولى خطواته الواسعة كفيزيائى وكان له العديد من الاكتشافات الهامة بالفعل، ولكنه لم يكن رمزاً شائعاً. ومع بداية السبعينات لاحظنا أنه أصبح شائعاً. ومع وجود معاناته المرضية كيف تمكن من التغلب فى التفكير والبديهة على زملائه ومتافسيه أمثال روجر بنروز وفرنر إسرائيل وياكوف بوريسوفيتش زيلدوفيتش؟!

لقد كانوا يستخدمون أيديهم فيستطيعون أن يرسموا أشكالاً ويكتبوا حسابات طويلة فى أوراقهم والتي يقوم الشخص فيها بالتوصل إلى نتائج مرحلية ثم يعود ليستخدم هذه النتائج ويدمجها ليحصل على الحل النهائى، وهى حسابات لا أصدق أن أى شخص يستطيع أن يؤديها بيده.





ولقد اتضح أن أشكال ومعادلات هوكنج العقلية مفيدة جداً وفعالة في بعض الحالات وأقل فاعلية في بعض الحالات الأخرى، وبالتالي لقد تعلم تدريجياً كيف يقوم بالتركيز في المشاكل التي يمكن أن تحل بفاعلية تامة باستخدام طرقه الرياضية. ومع بداية السبعينات كانت أيدي هوكنج قد شلت لدرجة أنه لا يستطيع أن يرسم شكلاً ولا حتى يكتب معادلة. وبذلك كان عليه أن يقوم بإكمال بحثه كله في رأسه. ولكن لأن شلل يديه كان تدريجياً فقد كان لهوكنج الفرصة الكافية لكي يتحول تدريجياً ويدرب عقله على التفكير بأسلوب مختلف عن عقول علماء الفيزياء الآخرين. وكان يفكر في أنواع جديدة من الأشكال العقلية البديهية والمعادلات العقلية التي تحل محل الرسم باستخدام الورقة والقلم وكتابة المعادلات بالنسبة له.



لحظة الإلهام عند هوكنج

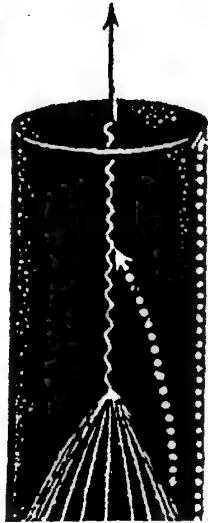
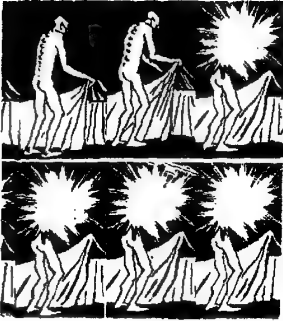
واحدة من المشاكل التي استخدم هوكنج فيها الصور العقلية ليتصورها كانت دراسة المساحة السطحية للثقوب السوداء، والتي بدأت كمشكلة خفية في ديناميكا الثقوب السوداء ثم أدت إلى أعظم اكتشاف في الفيزياء. ومثلما تذكر أينشتاين أسعد تفكير له يستطيع هوكنج أن يتذكر بالضبط ماذا كان يفعل عندما أتت إليه جرثومة أفضل الأفكار.



في أحد الليالي في نوفمبر عام ١٩٧٠ بعد مولد ابنتي لوسى بقليل كنت قد بدأت في التفكير حول الثقوب السوداء حينما أويت إلى فراشي. وقد أدى عدم قدرتي على التحرك إلى جعل هذا التفكير يسير ببطء لذلك أخذت وقتاً طويلاً.

لقد لمعت في رأسه فكرة أن مساحة سطح الثقب الأسود لا يمكن أن تقل أبداً، مع الأخذ في الاعتبار مسار أشعة الضوء التي تحوم عند الحدث الأفقي لثقبين أسودين.

ولم يكن يحتاج للورقة والقلم ولا حتى للكمبيوتر فقد كانت الصورة مرسومة في رأسه.

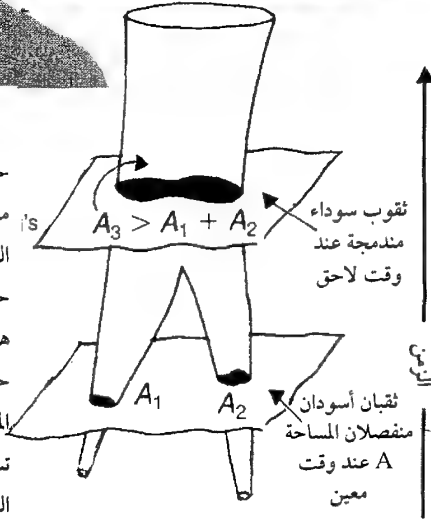




لا يمكن أن تقترب الأشعة الضوئية المكونة للحدث الأفقي حدود الشقب الأسود من بعضها. ونتيجة لذلك ربما تظل مساحة الحدث الأفقي (سطح الشقب الأسود) ثابتة أو تزداد مع الوقت ولا يمكن أن تنقص أبداً.

وإذا كان غير ذلك فهذا يعني أن بعض الأشعة الضوئية عند حدود الشقب الأسود يجب أن تقترب وهو غير ممكن !

ربما لا تبدو هذه الجملة استثنائية حيث إنه لا يمكن أن يخرج أى شيء من الشقب الأسود ويمكن لأى شيء الدخول فيه، فكيف يمكن أن يقل حجم الشقب الأسود ؟ ولكن فكرة هوكنج كانت أكثر عمومية من ذلك، حتى لو التقى ثقبان واندمجا تكون المساحة الكلية دائماً أكبر من ١ أو تساوى على الأقل مجموع مساحتي الثقبين معاً. وقد نشر نتائج هذه.



مساحة سطح الشقب الأسود يمكن أن تزداد فقط أو تبقى كما هي، ولكنها لا يمكن أن تقل.

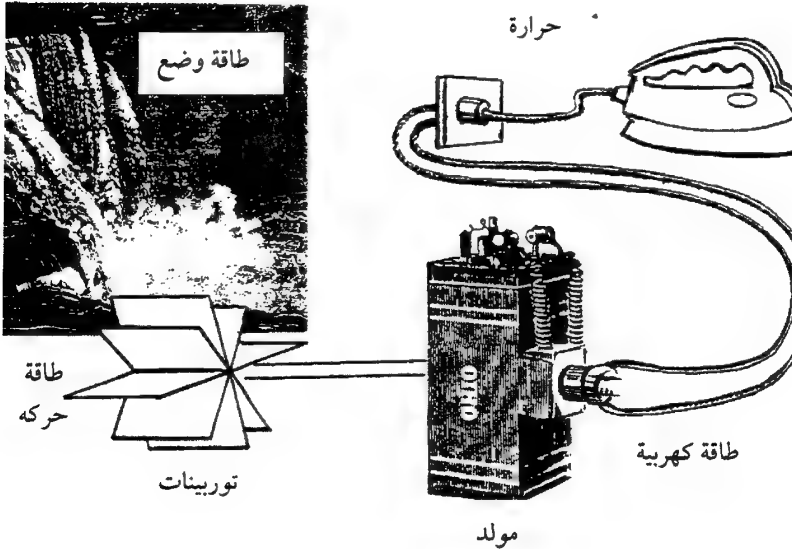
قانون هوكنج لزيادة المساحة

هذه الجملة ... لا يمكن أن تتناقض ... جعلت العلماء يفكرون في الحال في الانتروبي (مقياس عدم الانتظام) الذي يظهر في القانون الثاني للديناميكا الحرارية : الانتروبي لأي نظام يمكنه فقط أن يبقى ثابتاً أو يزداد ولكنه لا يمكن أن يتناقص. لأن النظام معزولاً وتُترك ليصل إلى الاتزان).

هذا القانون له تاريخ شيق جداً وبالفعل هو شيء نحتاج لمعرفته

قوانين الديناميكا الحرارية

خلال القرن التاسع عشر تم تطوير مجموعة من العلاقات الرياضية بواسطة علماء الكيمياء والجولوجيا والفيزياء والتي أدمجت العديد من المبادئ المتباينة في قوانين قوية قليلة . وقد تم توضيح أن أشياء مثل الحرارة وطاقة الحركة هي عبارة عن صور مختلفة لنفس الشيء (الطاقة) التي استخدمت بالفعل في وصف التأثيرات الكهربائية والكيميائية والمغناطيسية. الطاقة الكلية المتاحة في الكون (أكبر الأنظمة المعزولة) ثابتة ويمكن أن تتحول من صورة لأخرى . هذا هو نص القانون الأول للديناميكا الحرارية



والقانون الثانى للديناميكا الحرارية أكثر بساطة فى مظهره ولكنه عميق فى معناه. وقد وضع هيرمان فون هيلمهولتز فى محاضرة ألقاها عام ١٨٥٤ أنه بمرور الوقت تتحول كل الطاقة إلى حرارة عند درجة حرارة منتظمة وعندها تتوقف كل العمليات الطبيعية. وهذا هو مبدأ الموت الحرارى للكون المبني على مبدأ تبديد الطاقة. وهناك طريقة أخرى لتعريف هذا المبدأ اقترحها عالم الفيزياء الألمانى رادولف سليزيوس فى عام ١٨٦٥ .



وقد وضع أن الانتروپى الكلى لنظام ما يزداد دائماً كلما انتقلت الحرارة من جسم ساخن إلى آخر بارد. وهو يزداد أيضاً مع تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة داخلية (حرارية) كما فى بعض عمليات التصادم والاحتكاك.

وقد تم تعريف الانتروبي بطريقة أكثر عمومية بواسطة عالم الفيزياء الأسترالي لدويج بولتزمان في ١٨٧٨ .



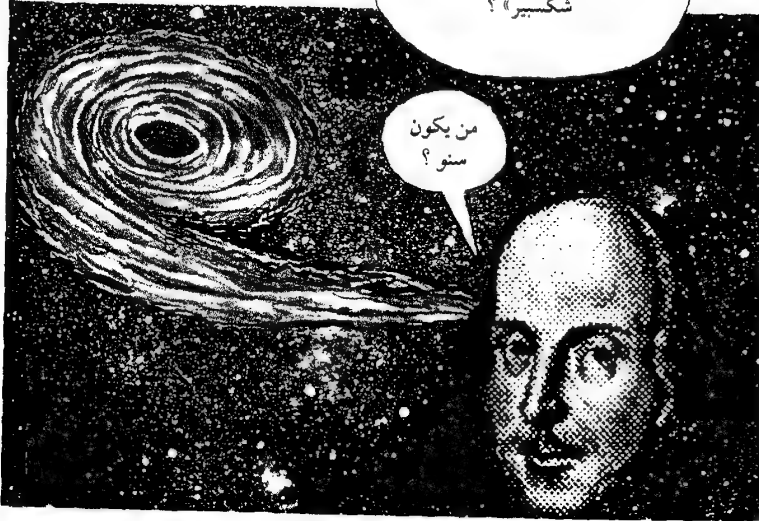
ما أهمية القانون الثاني للديناميكا الحرارية ؟ فيجب ألا يقل شيوع هذا السؤال بيننا عن أحد مولفات وليام شكسبير كما أشار الكاتب سنو في كتابه الشهير «الحضارتين والثورة العلمية».



دائماً ما يطلق علماء الإنسانيات ضحكة ساخرة عندما يسمعون أن أحد العلماء لم يقرأ أبداً أحد أعمال الأدب الإنجليزي ويطلقون عليه المتخصص الجاهل !

ويغضب شديد سألت إن كان أحدهم يعرف معنى القانون الثاني للديناميكا الحرارية، وكانت الإجابة سلبية.

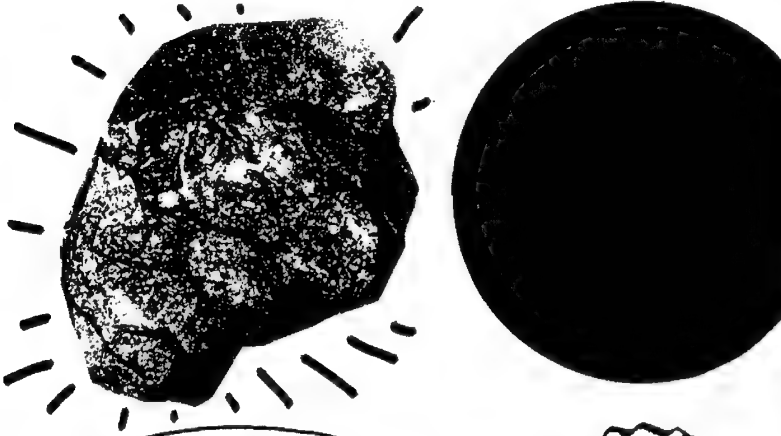
لقد سألت سؤالاً علمياً مكافئاً للسؤال «هل قرأت أحد أعمال شكسبير» ؟



من يكون
سنو ؟

والآن نعود للشقوب السوداء ...

عندما تصل الأجسام إلى اتزان حرارى يكون لها درجة حرارة، وبالتالي يجب أن تطلق إشعاعاً حرارياً، أى تتبادل الطاقة مع المحيط من حولها. ولكن كل واحد يعرف أن الثقب الأسود لا يشع أى شىء. وهذه هى الخاصية المعروفة للثقب الأسود. لذلك يمكن أن يدخل أى شىء فى الثقب الأسود ولكن لا يمكن أن يخرج أى شىء منه ولا حتى الضوء أو أى إشعاع آخر.



ولذلك فإن الشىء المفهوم لكل الناس أنه طالما الثقب الأسود لا يشع أى شىء فلن تكون له درجة حرارة وبالتالي ليس له انشعاب. الثقوب السوداء مستقطعة من الكون وبالتالي ليست فى اتزان حرارى ...

أو كذلك يعتقد كل الناس.



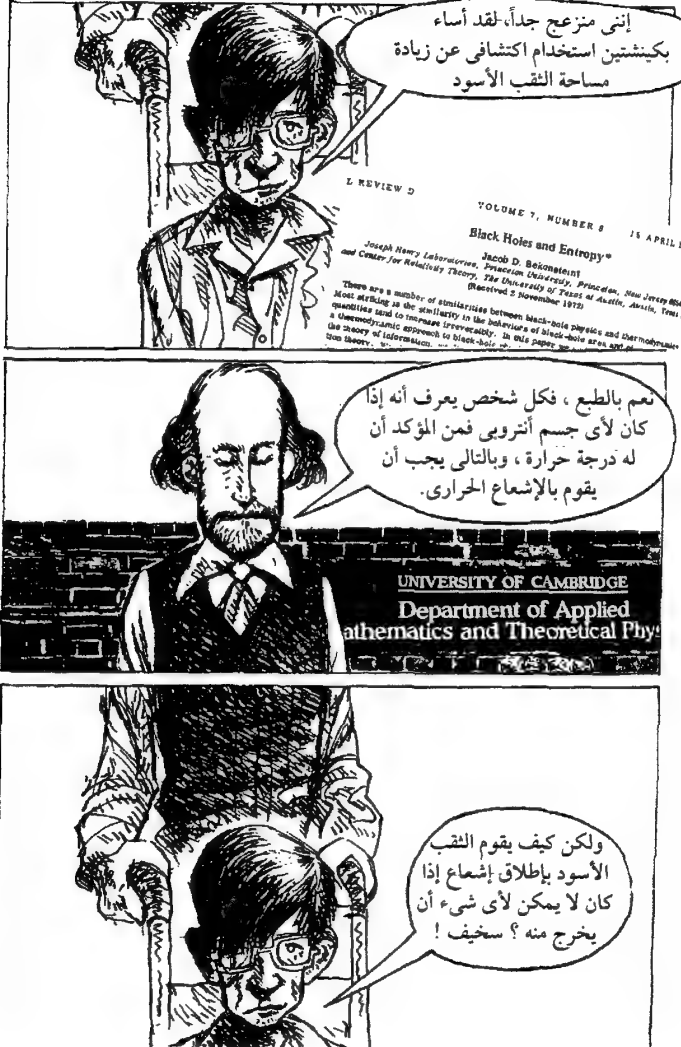
كان هذا حتى بدأ أحد طلاب الدراسات العليا الذى يعمل مع جون ويلر بسبب المشاكل.

المولد البحثى لفكرة جديدة

هذا هو الحوار الذى دار بين جون ويلر وأحد طلاب الدراسات العليا يعقوب بكينشتين فى برينستون فى نيوجيرسى.



نعود في غضون ذلك إلى قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية حيث يتحدث هوكنج وبرانسون كارتر عن بحث بكنشتين.



أغسطس ١٩٧٢ .

مدرسة لوهاتش الصيفية في فيزياء الثقوب السوداء

في سفح جبال الألب الفرنسية اجتمع هوكنج وجيمس باردن وبراندون كارتر ووحدوا قواهم من أجل استنتاج المجموعة الكاملة للقوانين التي تحكم تطور الثقوب السوداء من معادلات النسبية العامة. وعندما انتهوا كانوا قد وضعوا مجموعة من قوانين تكوين الثقوب السوداء التي تشابه إلى حد مذهل مع قوانين الديناميكا الحرارية.

الانتروبي = ثابت X مساحة سطح الثقب الأسود $S = K_1 A$

درجة الحرارة = ثابت X الجذب السطحي للثقب الأسود $T = K_2 G$



وفي غضون ذلك كان يعقوب بكنيشتين طالب الدراسات العليا ما زال مقتنعاً بأن الثقوب السوداء لها أنتروبي.



وبعد هذه المدرسة استمر بكيثشتين في تعريف مساحة سطح الثقوب الأسود على أنه هو
الأنثروبى فى المجالات العلمية. ولكنه لم يؤكد أن الثقوب السوداء لها درجة حرارة أو أنها
يجب أن تطلق إشعاعاً لقد كان بكيثشتين متوافقاً مع قوانين الديناميكا الحرارية.

وعلى الجانب الآخر استمر هوكنج فى مهاجمة استنتاجات بكيشتين ولكنه ازداد فى الحيرة.



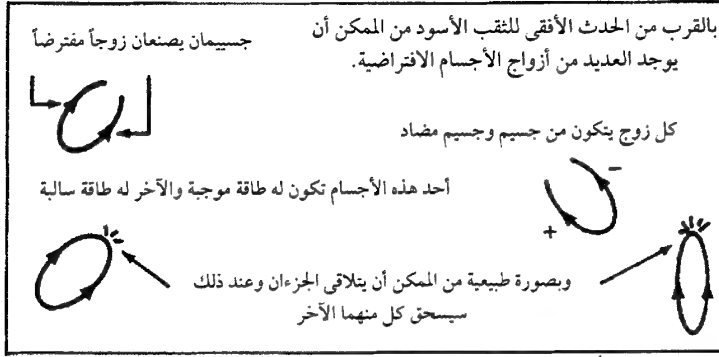
لقد تم إجراء كل الحسابات على الثقوب السوداء باستخدام التقريب المبني على النسبية العامة وهو صحيح بالنسبة للأجسام الكبيرة. هذه التقريبات تجاهلت أى تأثيرات كمية (مبنية على نظرية ميكانيكا الكم) ، والتي بالتأكيد تبدو ذات تأثيرات متجاهلة بالنسبة للثقوب السوداء.



لقد حان الوقت لشىء تحتاج لمعرفته.

مبدأ اللاتيين والجسيمات المفترضة

ينص مبدأ اللاتيين، كما وضعه فيرنر هايزنبرج في عام ١٩٢٧ ، على أن هناك حدوداً لإمكانية ملاحظة الكميات الفيزيائية (مثل المكان وكمية التحرك والطاقة وحتى الزمن) بدقة. وهذه ليست حدوداً مرتبطة بأدوات القياس ولكنها حدود مميزة متأصلة في الكون الذي لا يظهر أى كمية بدقة مطلقة. وإذا أخذنا فى اعتبارنا الفضاء الخارجى، نظن أنه لا يحتوى أى شيء على الإطلاق وبالتالي ليس له طاقة. ولكننا لا يمكن أن نكون متأكدين من هذه الطاقة الصفرية بسبب نفس هذا النقاش، فربما إذا أمعنا البحث نستطيع أن نجد أى طاقة، على الأقل لوقت قصير.

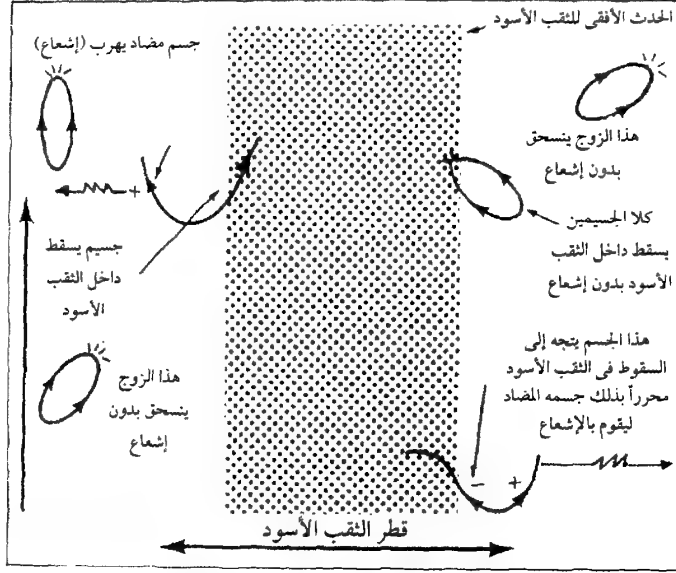


يتنبأ مبدأ عدم التاكيد بأن الطاقة من الممكن أن تظهر وتختفى باستمرار بمقياس يتحدد بواسطة ثابت بلانك (وهو صغير جداً) ولكن بواسطة معادلة أينشتاين $E = mc^2$ هذه الطاقة من الممكن أن تتحول إلى زوج من الجسيمات التي تظهر وتختفى فجأة.

وهذه تسمى الجسيمات الوهمية التي تظهر فى كل مكان ولكن أبعد من حدود الملاحظة الحقيقية.



وقد أخذ هوكينج في اعتباره ما يمكن أن يحدث عند سطح الثقب الأسود (أى عند الحدث الأفقى) حيث يتفاعل المجال الجذبى القوى مع هذه الأجسام الوهمية. وقد أدمج ميكانيكا الكم والنسبية العامة لأول مرة فى حسابات واحدة. وما وجده كان رائعاً تماماً.



لقد وجدت أن الثقوب السوداء ليست تامة السواد وإنما تقوم بإطلاق الإشعاع.

وقد بدا أن الجاذبية الشديدة تجذب أحد الجسيمات (ذو الطاقة السالبة) إلى داخل الثقب الأسود وتنقص طاقة الثقب الأسود كنتيجة لذلك بينما تترك الآخر (ذو الطاقة الموجبة) متحرراً فى صورة إشعاع والذي يمكن التقاطه بواسطة راصد خارجى.

وأكثر مظاهر هذه النتيجة روعة هو طبيعة الإشعاع فى الثقوب السوداء . فهى لها طيف إشعاع حرارى تام . وهذا يعنى أن هذه الثقوب السوداء تعتبر مثل أى جسم آخر فى الكون . وقد اتضح من ذلك أن الثقب الأسود لم يكن له انتروپى فقط ولكن أيضاً له درجة حرارة ويخضع لقوانين الديناميكا الحرارية التى وضعت فى نهاية القرن التاسع عشر . وقد استخدم الكاتب العلمى دينيس أوفرباى فى كتابه عن علم الكونيات الحديث «القلوب المنعزلة للكون» استعارة فعالة لوصف أحاسيسه تجاه اكتشاف هوكنج .



ظهر هذا وكأنما وجد هوكنج محركاً بخارياً
قديماً داخل سيارة فيرارى حديثة .

وقد أُسر فريمان دايزون (وهو أحد أفضل علماء الرياضيات في العالم) بالنظرية الجديدة التي وضعها هوكنج وكتب مقالة بعد زيارة هوكنج لمعهد الدراسات المتقدمة في برينستون.



وقد كره هوكنج أن ينشر أفكاره الجديدة واقتصرت معرفتها على بعض الرفاق القلائل.
يقد قابيل دينيس سكياما الذي أتى إلى كامبريدج من أوكسفورد لميعاد مع أحد تلاميذه
السابقين وهو مارتن ريس والذي كان وقتها في معهد الفلك في كيمبريدج.



فبراير ١٩٧٤ ، معمل راذرفورد - أيلتون، أوكسفورد

المدير جون تايلور أستاذ الرياضيات المعروف ومؤلف كتاب شهير في الثقوب السوداء يقدم هوكنج.



بعد ذلك خرج تايلور هائجاً من الجلسة وجلس هوكنج مصدوماً في سكون. وكان يعرف أن محاضراته ستلقى الكثير من الجدل ولكنه لم يتوقع أبداً شيئاً مثل هذا.

وبعد شهر من هذه المقابلة قام هوكنج بنشر بحث في هذا الإشعاع الجديد تحت اسم «انفجارات الثقوب السوداء» في مجلة الطبيعة Nature. وقد أصبح هذا البحث هو موضوع النقاش في كل أقسام الفيزياء في كل مكان وصاحبه العديد من الشكوك. وبعد أربعة أشهر قام تاييلور وبول دافيس بنشر رد سريع في نفس المجلة، هل تنفجر الثقوب السوداء فعلاً؟

Black hole explosions?

QUANTUM gravitational effects are usually ignored in calculations of the formation and evolution of black holes. The justification for this is that the radius of curvature of space-time outside the event horizon is very large compared with the Planck length $(G\hbar/c^3)^{1/2} \approx 10^{-33}$ cm, the length at which quantum fluctuations of the metric are expected to be important.

$$b_i = \sum_j \{ \bar{\alpha}_{ij} a_j - \bar{\beta}_{ij} a_j \}$$

$$p_i = \sum_j \{ \alpha_{ij} f_j + \beta_{ij} f_j \}$$

$$\langle 0_- | b_i^\dagger b_i | 0_- \rangle =$$

The author is very grateful to G. W. Gibbons for his criticism and help.

S. W. HAWKING
Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics
and
Institute of Astronomy
University of Cambridge

Received January 17, 1974.

Do black holes really exist?

THE creation of particles out of regions of space-time where the curvature is large is a theoretical difficulty. Theoretical discussions of this process are only well understood in Minkowski space-time, for example with some simple cases, for example with cosmologies, or of black holes of the type, the existence of a global timelike Killing vector field. A number of exact results are available for these results (ref. 1, and C. J. Isham).

P. C. W. DAVIES
J. G. TAYLOR

Department of Mathematics,
King's College London, Strand,
London WC2, UK

Received March 5, 1974.



لم يصرف الناس
كلهم النظر عن فكرة
هوكنج الجديدة.

قام فريمان دايزون بمقارنة الصيغ التي وضعها «هوكنج» بنظرية «ماكس بلانك» في عام ١٩٠٠ والتي أدت إلى ظهور نظرية الكم.



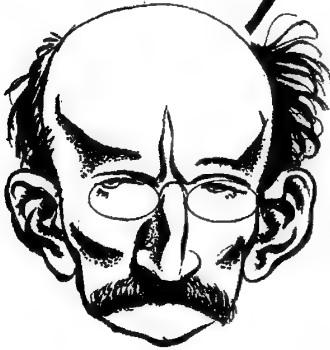
وقد كتب هوكنج معادلة تشبه معادلة بلانك وهي $S=KA$ حيث S هو الأنثروبى للشقب الأسود و A هي مساحة سطحه أما K فهو ثابت. ولكن ما معنى قولنا بأن الأنثروبى والمساحة هما نفس الشيء ؟ ونحن بعيدون عن فهم هذه المعادلة تماماً كما كان بلانك بعيداً عن فهم نظرية الكم في عام ١٩٠٠.

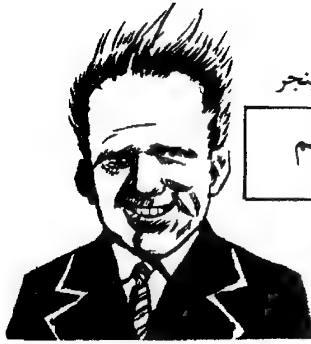
كل ما نستطيع قوله بالتأكيد هو أن سؤال هوكنج هو حل للغز الثقوب السوداء. ويمكن أن نكون متأكدين من أن هذا سيكون هو المبدأ الأساسى للنظرية التى جمعت النسبية العامة ونظرية الكم والديناميكا الحرارية مع بعضهم.

ربما تكون أفضل طريقة للنظر إلى اكتشاف هوكنج باستخدام شبيه تاريخى. فى عام ١٩٠٠ قام بلانك بكتابة المعادلة $E=hU$ حيث E هي طاقة الموجة الضوئية و U هو ترددها أما h فهو ثابت يسمى ثابت بلانك. هذه المعادلة كانت بداية نظرية الكم ولكنها فى عام ١٩٠٠ لم يكن لها معنى فيزيائى ، لقد بدأ يكون لها معنى فقط بعد خمس وعشرين عاماً عندما تم استخدامها فى النظرية التى نسميها الآن بنظرية الكم.



ربما تكون
معادلات هوكنج
هى حل الجذب
الكمى.



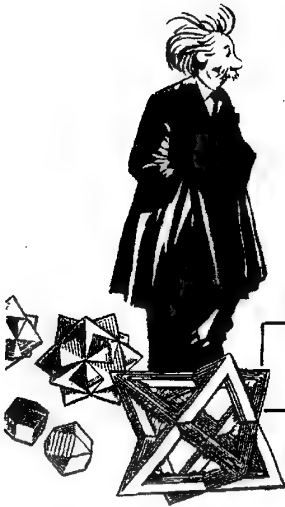


هايزنبرج وشرودينجر

ميكانيكا الكم

١٩٢٧

مبدأ عدم
التأكد



أينشتين وأوينهايمر

النسبية العامة

١٩١٥

الثقب الأسود

ولم يكن هناك تحقيق أكثر قوة من ذلك
لتأكيد الصلابة الذاتية للفيزياء وهو خطوة
أولى فى اتجاه الجذب الكمى. وهو عبارة عن
توحيد لثلاث نظريات منفصلة فى الفيزياء مما
جعل إشعاع هوكنج هاماً جداً.



سليزيوس وبولتزمان

الديناميكا الحرارية

القانون الثانى للديناميكا
الحرارية (أنتروپى)

(هوكنج
١٩٧٤)



وقد أتى التعرف على أهمية أعماله سريعاً. فبعد أسابيع قليلة من نشره البحث عن إشعاع الثقوب السوداء تسلم أعلى تكريم بريطاني. وفي عمر ٣٢ عاماً أصبح زميل الجمعية الملكية وهو المنصب الذي جعله فخوراً جداً بالفعل.

وبعد ذلك بقليل تمت دعوة هوكنج لقضاء عام بأكمله خارج كيمبردج في كالتك في باسادينا لدراسة علم الكونيات مع عالم النظرى الأمريكى كيب ثورن



وقد تسلم هوكنج إثناء إقامته في كاليفورنيا خطاباً من الفاتيكان في روما يخبره بأنه تم اختياره بواسطة الأكاديمية الباباوية لمنحة ميدالية البابا بولس العاشر.

وبطريقة غريبة بدأ هذا التكريم في إبعاده عن الثقوب السوداء، وجعله يتجه إلى البحث في بداية الكون وكان هذا الأمر بالغ الأهمية بالنسبة للكنيسة الكاثوليكية الرومانية.

هوكنج والفاتيكان - جاليليو العصر الحديث

إن الكنيسة الكاثوليكية الرومانية لها اهتمام قوى فى النظريات العلمية عن السماء. وقد رعت الكنيسة على مر القرون التدريس العلمى لمبادئ أرسطو والنظام السماوى الذى وضعه البطالمة والذى وضع الأرض والإنسان فى مركز الكون. وفى عام ١٦٠٠ تم حرق جيوردانو برونو الذى كان ينشر مبادئ كوبرنيكوس عن مركزية الشمس والتي تقول بأن الشمس وليست الأرض هى التى فى مركز الكون.



وبعد ثلاثة وثلاثين عاماً تم إجبار جاليليو جاليلي بكل صور العذاب على إنكار إيمانه بمبادئ كوبرنيكوس وبعد ذلك تم تحديد إقامته فى منزله فى أرسيتري حتى نهاية عمره.

وقد كيف الفاتيكان تصوراً أكثر رقة في التعامل مع الأشخاص الذين يقومون
بالإجابة على الأسئلة الكونية. ويبدو الآن أنهم يسعون إلى التودد إلى ستيفن هوكينج
وهو أحد علماء الكونيات، ترى لماذا ؟



لقد سارعت الكنيسة بقبول هذه الفكرة بناء على قواعد الفاتيكان. وفي ٢٢ نوفمبر ١٩٥١ في افتتاح اجتماع الأكاديمية الباباوية للعلوم، صرح البابا بولس الحادي عشر، بأن فكرة لامايتر تتوافق مع مبدأ الخلق الكاثوليكي. وكنتييجة لذلك كان أى عالم يدعم الانفجار العظيم يعتبر بالتأكيد صديقاً لروما.





ومع نهاية السبعينات تحقق هوكنج من أن النسبية العامة لا يمكن استخدامها في وقت الانفجار العظيم، وذلك بسبب مبدأ عدم التأكد، وبدأ في استكشاف إمكانية دمج النسبية العامة وميكانيكا الكم. وقد بدأ بالتفكير مثل الهرطوقي ... ولكنه عاد إلى روما عام ١٩٨١ إثر دعوة لمؤتمر في علم الكونيات تحت رعاية الفاتيكان . وفي ذلك الحين كان لديه مساحة بحث جديدة ، ألا وهي بداية الكون. وقد أسمى بحثه اسماً فنياً جداً.

لقد استعدت اهتمامي بأصل ومنشأ الكون عندما حضرت مؤتمر عن علم الكونيات في الفاتيكان عام ١٩٨١. بعد ذلك حظيت بشرف مقابلة البابا



من
الممكن دراسة التطور
بعد الانفجار العظيم ولكن
لا تسأل عما حدث في الانفجار
نفسه وذلك لأن هذه لحظة
الخلق وهي بذلك أعمال
الله.

وفي حديثه اقترح هوكينج أن الفضاء والزمن محدودان في مضمونهما ولكنهما منغلقان على أنفسهما بدون حدود أو حروف. وقد عُرِف ذلك بـ «مبدأ اللاحدود». وإذا كان ذلك صحيحاً فلن يكون هناك نقط انفرادية وبذلك تتحقق قوانين الفيزياء في كل مكان متضمنة بداية الكون.

هوكنج والكون الأول



ولقد كنت مسروراً لأنه لا يعرف أن كلامي في المؤتمر كان يحتمل أنه لا توجد حدود للقضاء والزمن والذي يعني أنه لا توجد لحظة بداية أو لحظة الخلق.

ولم يكن واضحاً في هذه اللحظة أن بحثي يتضمن أفكاراً عن منشأ الكون وذلك لأنه كان مكتوباً بلغة فنية بالرغم من أنه كان معنوناً بالعنوان المحرم «شروط الحدود للكون».

وقد بدأ هوكنج العمل بجهد في دراسة الكون وظلت هذه النقطة تشغل تفكيره حتى اليوم. وفي بحثه أمام الفاتيكان قدم لأول مرة «مبدأ اللاحدود» ، وهو آخر أفكاره وأكثرها عمقاً. وكانت تلك محاولة لتطبيق نظرية الكم على الانفرادية عند بدء الكون.

لماذا نحتاج لنظرية الكم؟

تقوم النظرية العامة للنسبية بوضع برنامج لوصف ما حدث منذ بداية الانفجار العظيم وحتى الآن. وعلى أية حال، نشكر هوكنج الذي وضح أن النسبية العامة تفترض حدوث نقطة

انفرادية عند بداية الانفجار العظيم والذي تفشل عنده النظرية.

وهذه نظرية تقليدية ولا يمكن وصف الفضاء والوقت بواسطة النسبية العامة في لحظة اختلاط المادة مع بعضها بكثافة عالية جداً. كيف قامت الفيزياء بتبني بداية الكون إذا كانت كل القوانين تفشل عند هذه اللحظة؟ لابد من استخدام نظرية

الكم

المصر الحالي
تطور حياة الإنسان



١٠ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم . تكون النظام الشمسي

٥ بلايين سنة بعد الانفجار العظيم
تطور مجرة الطريق اللبني

٣٠٠٠٠ سنة بعد الانفجار العظيم، انفصلت المادة والإشعاع، وظهرت الخلفية الإشعاعية.

الانفجار العظيم وتلد الكون
بدأ قبل ١٥ بليون سنة

١٥ بلايين السنين بعد الانفجار العظيم

علم الكونيات الكمي

بادئاً بهذا السؤال قام هوكنج ومعاونه جيم هارتل (جامعة كاليفورنيا) باستخدام مبدأ اللاحدود لتطوير فكرة جديدة في علم الكونيات الكمي. وعلى عكس التصورات السابقة قام هوكنج وهارتل (هـ و هـ) باستخدام الوقت التخيلي لدراسة الانفرادية عند الانفجار العظيم.



وكان التفكير على النحو التالي، عند مولده، كان الكون في حالة كمية خالصة. لذلك قام (هـ و هـ) بمعالجة الكون على أنه نظام كمي منفرد وحاولا تحديد معادلته الموجية. وبطريقة أخرى، لقد قاما بتطبيق مبادئ ميكانيكا الكم الابتدائية على الكون ككل قبل بدء الانفجار العظيم.

وهذه هي أكثر
محاولات أينشتاين
الجادة ليحقق ما لم
يستطع تحقيقه
أينشتاين



هل تهت ؟ لا تنب . إن محاولة
فهم هذا الافتراض يجعل الانفجار
العظيم يبدو وكأنه طفل صغير لكن
دعنا نكمل ...

المجذب الكمي أو (ن ك ش)

إن مجال البحث المختص بالمجذب الكمي أو «ن ك ش» (نظرية كل شيء) يشير اهتمام كل الفيزيائيين وقد أنتجت المحاولات التي قام بها علماء النسبية وعلماء الفيزياء المختصون بدراسة الجسيمات نتائج قليلة.



وكالعادة سلك هوكنج مسلكاً مختلفاً في هذه المشكلة. ليست الجاذبية الكمية ولكنه علم الكونيات الكمي هو الذي يضع المعادلة الموجية للكون، وهذا مبني على «مبدأ اللاحدود».

لقد أزعجني بشدة دائماً انكسار قوانين الفيزياء عند بداية الكون، فمن الممكن أن تنكسر أيضاً في أى مكان آخر لهذا السبب قمنا بوضع مبدأ اللاحدود الذى يزيل الانفرادية الموجودة عند بداية الكون.

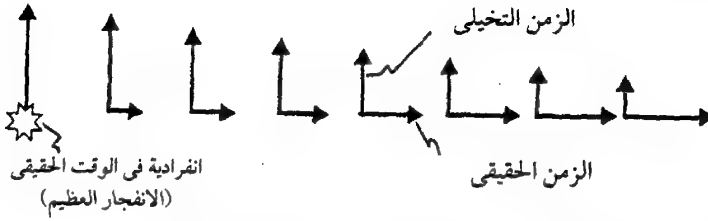
ولكن المشكلة بالنسبة لعلم الكون هي أنه لا يمكن أن يتنبأ بأى شيء عند بداية الكون دون فروض عن الشروط الابتدائية كل ما نستطيع قوله هو أن الأشياء تبقى كما هي الآن لأنها كانت عليه في المرحلة الابتدائية.

يعتقد العديد من الناس أن هذا هو ما يجب أن يكون. ويجب على الكون أن يدرس القوانين التي توضح تطور الكون : فهم يشعرون أن السؤال عن الشروط الأولية للكون التي تحدد كيفية بدايته هو سؤال لعلماء الميتافيزيقا أو علماء الدين أكثر منه للعلوم.



علم الكونيات الكمي والزمن المركب

والآن ماذا عن علم الكونيات الكمي ؟ لقد استخدم (هـ و هـ) الخدعة الرياضية المسماة بالزمن المركب ليختبروا كل الأكوان الممكنة التي ربما تكون تكونت منذ الحالة الكمية الأولى. ينقسم الزمن إلى مركبتين منفصلتين واحدة تخيلية والأخرى حقيقية. وعلى عكس الزمن الحقيقي لا يتلاشى الزمن التخيلي عند الانفجار العظيم وهذه النظرية مفيدة جداً عند الانفردية. ولقد استخدموا طرق ميكانيكا الكم القياسية للوصول إلى المعادلة الموجية للكون

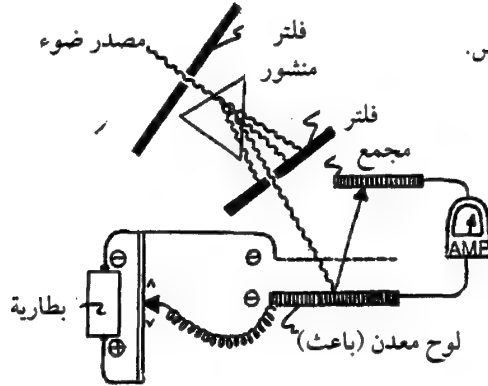


ولكن ما هي الطرق القياسية لميكانيكا الكم ؟ وما هي المعادلة الموجية ؟



الموجات والجسيمات : سخرية الطبيعة من علماء الفيزياء

لقد وضحت التجارب العلمية وجود ازدواجية الجسيم / الموجة . على سبيل المثال : تقوم الأشعة الضوئية بالتداخل (تتصرف كموجة) ولكنها في نفس الوقت تحرر الالكترونات من أسطح المعادن (تتصرف كجسيم). وبالمثل تتصرف الالكترونات بنفس تصرف الجسيمات وفي نفس الوقت ينتج شعاع الالكترونات هذب الحيود (مثل الموجات) عندما يمر من خلال محزوز مثل المشط. وهذه الازدواجية حقيقة فيزيائية ويجب أن نتعايش معها. وهي نتيجة مباشرة لمبدأ عدم التأكد...



تتصرف موجات الضوء مثل الجسيمات (فوتونات).

وفي العشرينات من القرن العشرين طور هايزنبرج وشرودينجر وبور وبورن لغة رياضية لوصف خصائص الموجات والجسيمات في نفس الوقت. وأروع هذه الصيغ معادلة وضعها شرودينجر يحدد حلها (المعادلة الموجية) تصرف نظام الجسيمات.



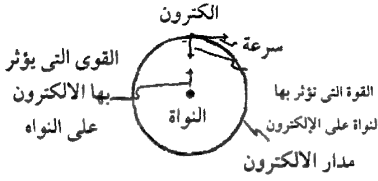
العالم الغريب لميكانيكا الكم

ولكن ما هي المعادلة الموجية ؟ وما هو التمدج بالضبط ؟
ها هو ما افترضه ماكس بورن (بعد أن تبع فكرة لأينشتاين بسخرية)



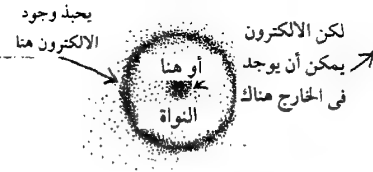
ومن أبسط المشاكل التي تحل بميكانيكا الكم هي نموذج ذرة الهيدروجين. عندما نحل معادلة شرودنجر في هذه الحالة نحده معادلة الموجة احتمالية كل مستوى طاقة في الذرة حيث إنها تعطي الأماكن المحتملة وجود الإلكترونات فيها حول النواة. في هذه الحالة تحاط النواة بسحابة احتمالية بدلاً من المدارات الدقيقة للإلكترونات كما في الذرة التقليدية.

الصورة التقليدية لذرة الهيدروجين



عندما ترسم سحابة الاحتمال حول
النواة يحتمل أن يجده شخص ما
الإلكترون في مكان ما ولكن لا يستطيع
أن يحدد مكانه بالضبط. وفي أي لحظة
من الممكن أن يحسب احتمال وجود
الإلكترون في أي مكان.

الصورة الكمية لذرة الهيدروجين

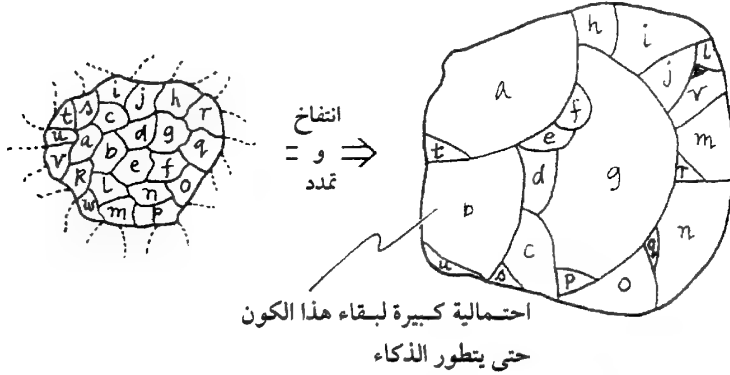


علم الكونيات الكمي : تطبيق معادلة شرودنجر لكل الكون

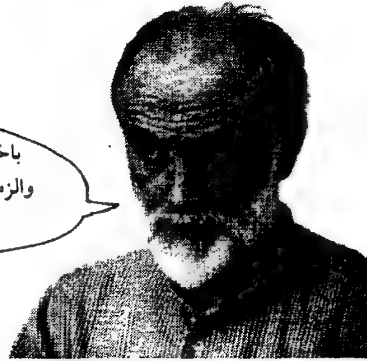
هل هو كنج مفكر جريء؟ بدلاً من مدارات الإلكترونات في الذرة فكر في النموذج الكوني لكل الكون. تقترح النسبية العامة العديد من النماذج : بعضها يقول إن الكون يتمدد من نقطة إلى حجم كبير ثم ينكمش إلى نقطة مرة أخرى والبعض الآخر يقول إنها تتمدد دائماً والبعض يقول إنها تتمدد بمعادلات مختلفة في الاتجاهات المختلفة. ولكن كلها تحقق معادلات أينشتين. وكما استبدل شرودنجر المسارات التقليدية للإلكترونات بمعادلات موجية لوصف احتمالية وجود الإلكترونات، قام (هـ و هـ) بتخصيص معادلات موجية لبعض النماذج الكونية والتي تعطى احتمالية أن يكون للكون شكل هندسي ما.

أكون ممكنة

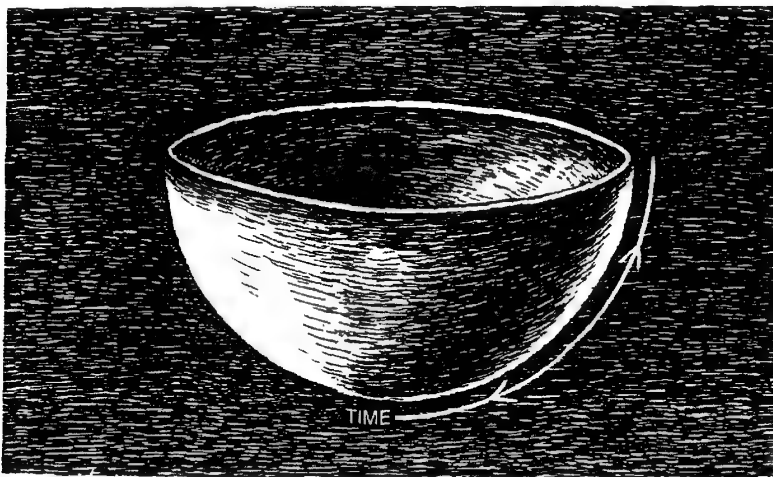
الأكوان المحتملة (كلها تخضع للنسبية العامة)



باختبار الأكوان التي ليس لها حدود في الفضاء والزمن فقط استطاع (هـ و هـ) الحصول على نتائج متوافقة مع الملاحظات في كوننا.

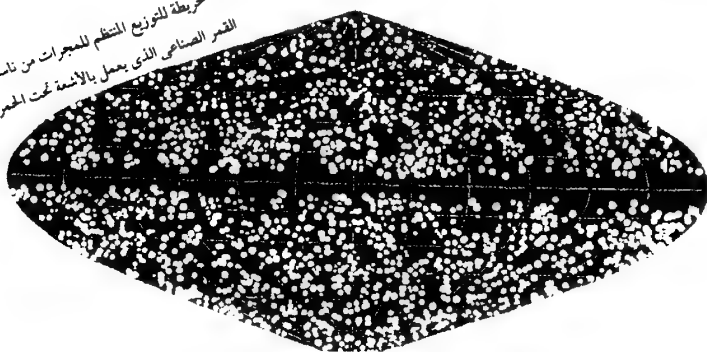


والأكوان المغلقة تحقق هذا الشرط. فهي محدودة ولكن ليست لها أحرف، مشابهة للسطح ثنائي الأبعاد للأرض. فهي تتمدد ثم تصل إلى نقطة توقف ثم تعود إلى نفس النقطة تماماً مثل النقطة التي تتحرك على إطار تجويف كروي كما هو موضح في الرسم. وعن طريق وصفها بهذه الصورة فإن الأكوان المغلقة يكون لها بداية ونهاية فقط في الزمن الحقيقي. أما المركبة الوهمية فهي في الحقيقة متصلة. لذلك قام هـ و هـ بإخفاء نقط الانفردية في الكون المغلق.



وقد تحققوا أيضاً أن الكون المنتظم هو أكثر الاحتمالات ، لذلك فقد توصلوا إلى أن كوننا مغلق ومنتظم في نفس الوقت، أي أنه عبارة عن كره محدودة من الفضاء والزمن بدون أحرف.

خريطة للتوزيع المنتظم للمجرات من ناسا
القمر الصناعي الذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء



قسم الرياضيات التطبيقية
والفيزياء النظرية : ١٧ فبراير ١٩٩٥

كما أخبر هوكنج مؤلف هذا الكتاب قبل نشره بستة أسابيع ...

مبدأ الاحتمال جيداً بأن الكون قد بدأ بطريقة منتظمة جداً. ثم بدأ بالاضمحلال
أولاً ثم وصل إلى الانفجار العظيم ثم بعد ذلك توسع إلى نصف قطر
أحجم ومن بعدها بهتز في سحابة ضخمة بطريقة غير منتظمة وغير مرئية



لقد وضحت الحسابات التى تمت على نماذج بسيطة أن الكون المبني على مبدأ اللاحدود يبدو مشابهاً كثيراً لكوننا. بالإضافة إلى ذلك يجب أن يصاحب هذا بعض الأفكار الهامة من علم الكونيات مثل الانتفاخ والتموجات الكمية. وحتى المبدأ الإنسانى يبدو متوافقاً، يجب أن تكون لديك صورة جيدة جداً عن الكون الذى اقترحه ستيفن هوكينج. شئ غير سىء بالنسبة لمبتدئ!

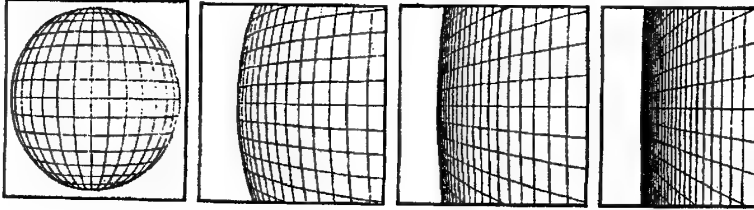
الانتفاخ

فى نهاية السبعينات تم تقديم مبدأ جديد للانتفاخ والذى يفترض أن الكون تمدد من حالة ابتدائية أصغر من حجم البروتون الى حجم كبير فى حدود عشرة أمتار خلال كسور من الثانية. وكان معدل هذا التمدد هائلاً وقد حلت هذه الفكرة مشكلتين دائماً ما أزعجتا علماء الكونيات :

١ - لماذا يبدو الكون مستوياً لهذه الدرجة أى أنه لا يظهر أى انحناء ؟

٢ - لماذا تكون الخلفية الإشعاعية منتظمة إلى هذا الحد ؟

١ - أول هذه الأسئلة يتضمن تناغم كثافة كتلة الكون مع القيمة الخارجة منذ بداية التمدد (ص ٥٢). ولكن التمدد السريع فى البداية أدى إلى استواء الكون كما هو واضح بالشكل:



استواء الكون عن طريق الانتفاخ

٢ - يوضح الانتفاخ كذلك سبب انتظام الخلفية الإشعاعية. عندما كان الكون فى حجمه المتناهى فى الصغر كانت كل المادة والطاقة متجانسة حيث إن كل شئ كان مرتبطاً بكل شئ. ومع حدوث الانتفاخ انتشر هذا التجانس فى الكون الأكبر الذى استمر فى التمدد. لذلك عندما انفصل ازدواج المادة والإشعاع بعد ٣٠٠٠٠٠ سنة ظل الكون منتظماً.

الانتفاخ والتموجات الكمية

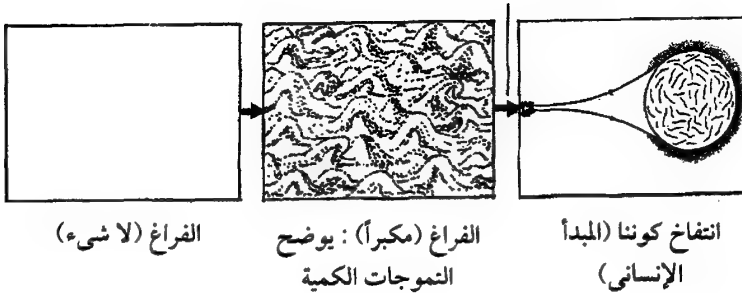
إن الانتفاخ الذى طور الكون الابتدائى من الممكن أن يكون أنتج تغيرات فى الكثافة والتى من الممكن أن توضح تكوين المجرات. وإذا أمعنا النظر فى أى نظام فيزيائى (حتى الفراغ) نلاحظ تأثيرات التموجات الكمية.

ولا يمكن أن يمحو الانتفاخ هذه التموجات الكمية ولكنه يحولهم إلى تغيرات فى الكثافة والتى تظهر على هيئة تموجات فى المادة والطاقة فى الفضاء والزمن. وهذه التموجات من الممكن أن تطبع فى الخلفية الإشعاعية فى صورة تغيرات دقيقة فى درجة الحرارة. وكانت هذه التغيرات الدقيقة هدف جورج سموت وفريقه البحثى عندما أطلقوا تجربة COBE (قمر صناعى مستكشف للخلفية الإشعاعية الكونية). نحن نحتاج أكثر من مبدأ شهير ...

أول كسر من الثانية

تم استعارة الطاقة الموجية من
مجال الجذب الانتفاخى
لتكوين المادة ($E = mc^2$)

التغيرات فى كثافة الطاقة
كتأثير من التموجات الكمية

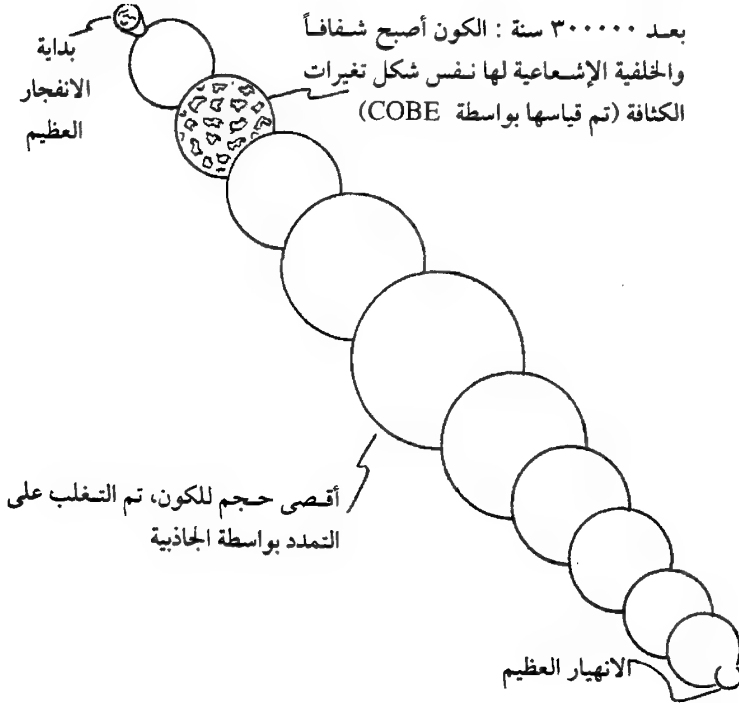


المبدأ الإنساني

هذا المبدأ عبارة عن ملاحظة شبه ميتافيزيقية والتي تتضمن أنه إذا كان الكون لا يبنى على الثوابت الأساسية للطبيعة والتي تسمح لوجود الحياة وتطور الذكاء فلن يتمكن أى شخص من معرفة خصائص ذلك الكون. وذلك هو السبب الذى جعل الكون الذى نعيش فيه متماشياً معنا، فإنه قد تم توفيقه بصورة تامة.

وبالرغم من أن هناك الكثير ممن استهجنوا هذه الفكرة ومن أمثلة هؤلاء نوبل لارويت ستيفن فاينبرج (الذى كتب كتاباً مؤسساً عن الكون الأول يسمى ، الثلاثة دقائق الأولى) الذى يقضى بأن علم الكونيات الكمى يمدنا بمحتوى أصبح فيه المبدأ الإنسانى معنى شائعاً وبسيطاً. وأكثر الأكوان احتمالاً هو ذلك الكون الذى نعيش فيه ! وكما قال فيلسوف فولتير السخيف بانجلوس لكانديد : «نحن نعيش فى أفضل العوالم الممكنة».

الألف بليون سنة التالية



جائزة نوبل لهوكنج

لقد تسلم هوكنج تقريباً كل جائزة وتقدير يمكن أن يُمنح لعالم. والسؤال الطبيعي الآن هو : هل سيتم منح أفضل وأشهر هذه الجوائز - وهي دعوته إلى الأكاديمية الملكية للعلوم في ستوكهولم لتسليمه جائزة نوبل في الفيزياء؟



هناك بعض التعقيدات ، وأول هذه التعقيدات هو أن هذه الجائزة نادراً ما منحت لشخص في الفلك أو علم الكونيات ولا حتى في الفيزياء المجردة. وثانيها أكثر من ذلك جدية. لقد كان ألفريد نوبل (الذي حقق ثروته من حق براءة اختراع المادة المفرقة TNT) رجلاً عملياً وأصر أن يتم تحقيق الاكتشافات النظرية بتجارب عملية من أجل قانونية وشرعية هذه الجائزة. وبالنسبة لعلماء الكونيات مثل هوكنج تمتد معاملهم إلى أقصى مناطق بعيدة في الكون. ومن هنا من الصعب جداً إن لم يكن مستحيلاً تحقيق أفكارهم عملياً وربما يأخذ ذلك عقوداً على الأقل.

دعنا نراجع الاكتشافات النظرية لهوكنج التى ربما نجعله يفوز بجائزة نوبل :

١ - باستخدام النسبية العامة أوضح هوكنج وبنروز أن المبدأ التقليدى للزمن يجب أن يكون قد بدأ بانفرادية عند الانفجار العظيم ولذلك فإن الكون كان عبارة عن حالة ساخنة وكثيفة فى لحظة من اللحظات.

٢ - فى عام ١٩٧٤ اكتشف أن الثقوب السوداء تطلق إشعاعاً (يسمى إشعاع هوكنج) مثل أى جسم ديناميكى حرارى آخر ولها درجة حرارة (تناسب لجذبها السطحي) واثروبي (يتناسب لمساحة سطحها).

٣ - لقد وضع نموذجاً للكون الأولى هو وجيم هارتل وأسماء بمبدأ اللاحدود وقد تنبأ فيه بتغيرات فى الكثافة فى الكون الأولى كنتيجة للموجات الكمية. ولسوء الحظ لا يعتبر أعظم أعماله (إشعاع هوكنج) ملائماً لجائزة نوبل وذلك لاستحالة التقاطه.

على أية حال يمكن إثبات كل من انفرادية الانفجار العظيم وكذلك الموجات الكمية باستخدام قياسات دقيقة جداً للخلفية الإشعاعية الكونية.

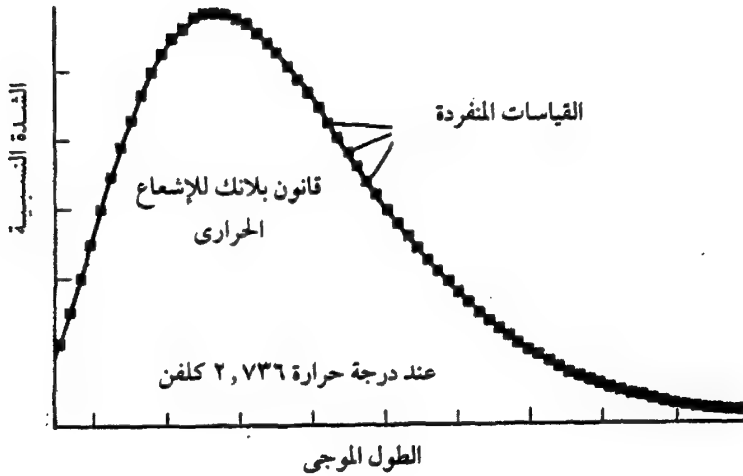
وهذا هو بالفعل ما قام به مشروع COBE ما بين ١٩٨٩ و ١٩٩٢ .

COBE ، أعظم اكتشاف على مر التاريخ (٩)

مر أكثر من اثني عشر عاماً لتصميم وتشغيل COBE ولكن نتائجه كانت مذهلة. ولقد تم إطلاقه في عام ١٩٨٩ ولزم وقت ثماني دقائق لعمل قياسات مثل التي قام بها بنزياس وويلسون في عام ١٩٦٤ ولكن عند أطوال موجية كثيرة جداً في هذه المرة. وقد وضحت هذه النتائج منحنى مثالياً للإشعاع الحراري (انظر ص ١٠٣) لدرجة حرارة $2,736$ درجة فوق الصفر المطلق.

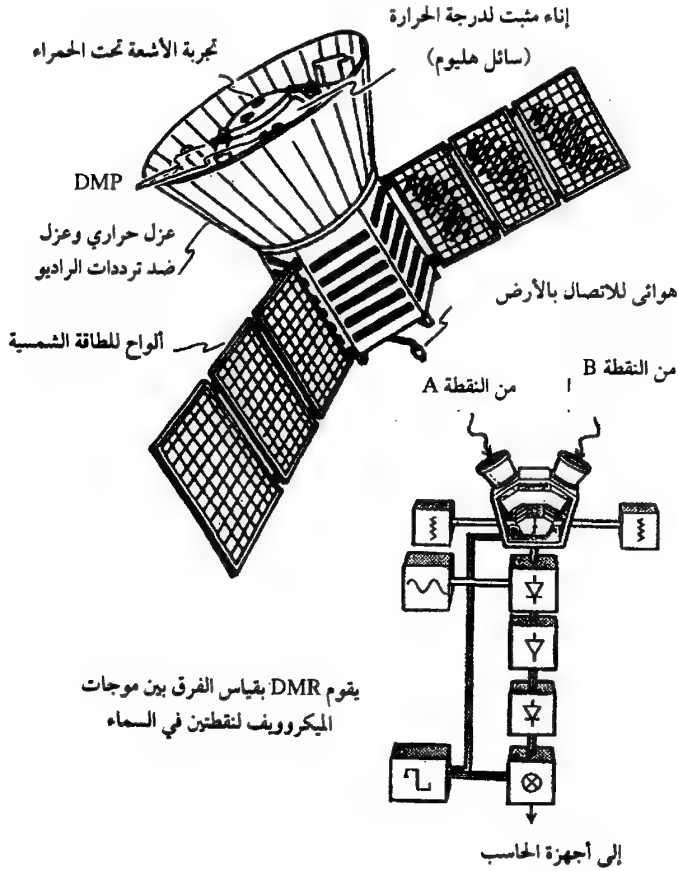
كان هذا هو COBE 1 الذي استخدم مقياس إشعاع ميكرويفي مطلق تتم معايرته بواسطة مسار من سائل الهليوم على متن القمر الصناعي. وقد أثبتت هذه النتائج بدون شك أن هذه الكاشفات التقطت بقايا الحالة الساخنة الكثيفة الأولى للكون والتي نطلق عليها الانفجار العظيم. ومثل هذا المنحنى من الممكن أن يجعل ماكس بلانك يرتعد مثلما فعل كل من كان في الجمعية الملكية الأمريكية عند تقديمه عام ١٩٩٠ .

قياسات COBE للخلفية الإشعاعية.



ولكن الأخبار السارة ما زالت تتوالى، تم إطلاق COBE II والذي استخدم مقياس إشعاع ميكروويفي (DMR) على درجة عالية من الحساسية والتي تقيس الفرق في درجات الحرارة بين نقطتين في الفضاء بدلاً من قياس درجة الحرارة المطلقة عند نقطة واحدة. وكانت نتائج COBE I على الشكل : درجة الحرارة عند النقطة $A = 2,725$ ولكن COBE II مستخدماً اثنين من أجهزة الالتقاط (DMR) أعطى الإجابة : فرق درجات الحرارة بين النقطة A والنقطة B هو $0,002$ درجة.

مركبة فضاء COBE

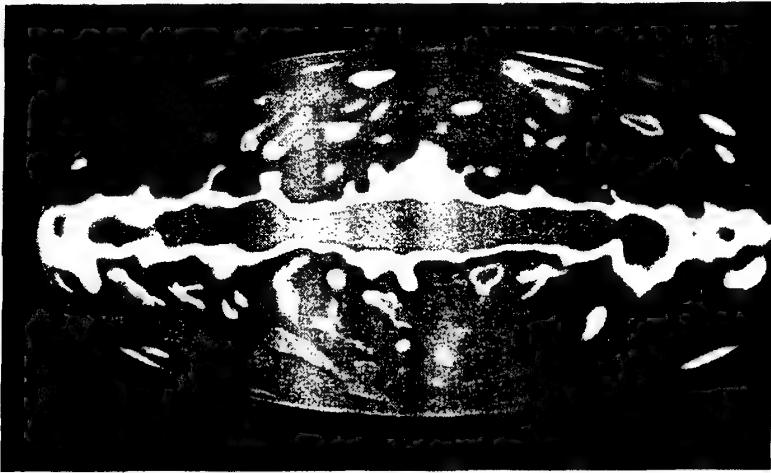


وكان هذا هو مشروع جورج سموت للبحث عن دليل للتموجات في الفراغ والوقت للكون المعمر ٣٠٠٠٠٠ عام. وفي أبريل عام ١٩٩٢ بعد أكثر من عامين من تجميع النتائج والتحليل قام سموت وفريقه بإعلان هام جداً وهو أن COBE قام باكتشاف فروق في درجات الحرارة تصل إلى حوالى واحد على مائة ألف من الدرجة فى الخلفية الإشعاعية.

وبناءً على حسابات الكمبيوتر
كانت درجة الحرارة مرتفعة قليلاً فى
اتجاه المجموعات المجرية ومنخفضة
قليلاً فى اتجاه الفضاء الكونى



خريطة COBE للسماء الميكروويفية توضح مجرتنا والتموجات الكونية



ويبدو أنه أصبح ممكناً الآن تفسير بعض التركيبات التى نراها فى كوننا الآن على أنها أحداث تمت قبل بلايين السنين.

وقد كانت ردود الأفعال مبشرة في كل أنحاء العالم.

THE INDEPENDENT

How the universe began



Has Man mastered the universe?

Science and religion in a clash

Scientific community filled with excitement

A discovery has scientists

Ripples from the Big Bang are making waves in astronomy, renewing interest in fundamental questions about the universe



COBE

لقد قام COBE برسم خريطة للسماء

وقاس الخلفية الإشعاعية للانفجار العظيم.

إن هذا هو أعظم اكتشاف في القرن إن لم يكن الأعظم على الإطلاق

إذا كنت متديناً،
فهذا يشابه
رؤيتك لله



ولقد وضع كل من هوكنج وسموت قواعد وتصريحات امتدت إلى كل النواحي.
وقد قبل سموت الانفجار العظيم على أنه لحظة خلق وذلك لكونه متديناً وقد حركته
نتائج COBE عاطفياً.

لكن هوكنج يرى الأشياء باختلاف، فالنسبة له الاختلافات في الخلفية الإشعاعية
التي تم قياسها بواسطة COBE ما هي إلا دليل على وجود تموجات كمية في الكون
المتنفخ متفقة بذلك مع مبدأ اللاحدود الذي وضعه. فلا يتعجب أحد لكونه مبتسماً.
وقد رأى كل العلماء أن نجاح COBE ما هو إلا تأكيد مذهل لعلم كونيّات الانفجار
العظيم. ولكن لم ينته العمل بعد، فربما تكون الحلول النهائية لألغاز بداية وتركيب الكون
أكثر تعقيداً.

وتعتبر مبادئ مركزية الأرض الذي وضعه سقراط والبطالمة ومركزية الشمس الذي
وضعه كوبرنيكوس والبيضة الكونية الذي وضعه لامير ومبدأ اللاحدود الذي وضعه
هوكنج خطوات في طريق الفهم الأعمق للكون ومكاننا فيه. وهذه الرحلة مطروحة لكل
شخص ليفهمها ويتأملها ويستمتع بها.



المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة	5
أكثر الرجال حظاً في العالم	7
النظرية النسبية العامة	15
نيوتن : مبدأ القوة	18
أربعة أنواع من القوى في الكون	19
المبادئ الرياضية The principia	22
نيوتن وهوكنج	25
مبدأ الكتلة	28
ألبرت أينشتاين، منقذ الفيزياء التقليدية	32
أينشتاين وهوكنج	35
أسعد فكرة لأينشتاين	36
الحضيض الشمسي لعطارد: من المشكلة إلى الحل	39
العثور على المعادلة الصحيحة	40
معادلات المجال : ماذا تعني ؟	42
توضيح الفضاء المنحني: نموذج الرقيقة المطاطية	44
انثناء ضوء النجم: كسوف ٢٩ مايو ١٩١٩	46
حل معادلات أينشتاين: نقطة البداية لأبحاث هوكنج	49
(١) هندسة سكوارز تشيلد	50
نصف القطر الحرج	51
(٢) فريدمان: الكون المتمدد	52
مؤسس الانفجار العظيم: هدف «لامتر» الأساسي	54
(٣) أوبنهايمر: في الانهيار المستمر للجاذبية	56
١ سبتمبر ١٩٣٩	58
١٩٤٢ نقطة تحول في هذه القصة	60
وفاة أينشتاين	61

69	عصر هوكنج
77	مشرف الرسالة غير الأنانى
82	شئء تحتاج لمعرفة: ماهى الانفرادية؟
89	تطور الكون
90	١٩٦٥ : عام كبير بالنسبة لهوكنج
91	عقل غير قادر على التوقف
92	ثورة الستينات
94	دالاس ١٩٦٣
97	شئء تحتاج إلى معرفته: الطيف الكهرومغناطيسى
99	١٩٦٣ : أشباه النجوم Quasars
101	١٩٦٥ : الخلفية الإشعاعية للكون
102	شئء ما تحتاج لمعرفة: الإشعاع الحرارى
105	تاريخ الكون
110	الثقوب السوداء
111	عصر الثقوب السوداء
112	ما هى الثقوب السوداء ؟
113	مولد وموت النجوم
116	كيف تنهار النجوم لتكون الأقزام البيضاء والنجوم النيوترونية والثقوب السوداء
120	ماذا يحدث إذا سقط شخص ما داخل الثقب الأسود؟
121	الدليل الرصدى للثقوب السوداء
125	السبعينات : هوكنج والثقوب السوداء
128	لحظة الإلهام عند هوكنج
130	قوانين الديناميكا الحرارية
134	والآن نعود للثقوب السوداء
135	المولد البحثى لفكرة جديدة
137	أغسطس ١٩٧٢ ، مدرسة لوهانش الصيفية فى فيزياء الثقوب السوداء
140	مبدأ اللاتين والجسيمات المفترضة
145	فبراير ١٩٧٤ ، معمل راذر فورد

151	..... هوكنج والفاتيكان - جاليليو العصر الحديث
156	..... هوكنج والكون الأول
157	..... لماذا نحتاج لنظرية الكم؟
158	..... علم الكونيات الكمى
159	..... الجذب الكمى أو (ن ك ش)
161	..... علم الكونيات الكمى والزمن المركب
162	..... الموجات والجسيمات: سخرية الطبيعة من علماء الفيزياء
163	..... العالم الغريب لميكانيكا الكم
164	..... علم الكونيات الكمى: تطبيق معادلة شرودنجر لكل الكون
166	..... قسم الرياضيات التطبيقية والفيزياء النظرية: ١٧ فبراير ١٩٩٥
168	..... الانتفاخ والتموجات الكمية
169	..... المبدأ الإنسانى
170	..... جائزة نوبل لهوكنج
172	..... COBE : أعظم اكتشاف على مر التاريخ (؟)

المشروع القومي للترجمة

المشروع القومي للترجمة مشروع تنمية ثقافية بالدرجة الأولى، ينطلق من الإيجابيات التي حققتها مشروعات الترجمة التي سبقته في مصر والعالم العربي ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

- ١ - الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية.
- ٢ - التوازن بين المعارف الإنسانية في المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية.
- ٣ - الإنحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب.
- ٤ - ترجمة الأصول المعرفية التي أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعي في الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنباً إلى جنب المنجزات الجديدة التي تضع القارئ في القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين.
- ٥ - العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة.
- ٦ - الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة.

المشروع القومى للترجمة

- ١ - اللغة العليا (طبعة ثانية) جون كوين
- ٢ - الوثنية والإسلام ك. مادهو باننيكار
- ٣ - التراث المسروق جورج جيمس
- ٤ - كيف تتم كتابة السيناريو انجا كارينتكوف
- ٥ - ثريا فى غيبوبة إسماعيل فصيح
- ٦ - اتجاهات البحث اللسانى ميلكا إفيتش
- ٧ - العلوم الإنسانية والفلسفة لوسيان غولدمان
- ٨ - مشعل الحرائق ماكس فريش
- ٩ - التغيرات البيئية أندرو س. جودى
- ١٠ - خطاب الحكاية جيرار جينيت
- ١١ - مختارات فيسواها شيمبوريسكا
- ١٢ - طريق الحرير ديفيد براونستون وايرين فرانك
- ١٣ - ديانة الساميين روبرتسن سميث
- ١٤ - التحليل النفسى والأدب جان بيلمان نويل
- ١٥ - الحركات الفنية إدوارد لويس سميث
- ١٦ - أثنية السوداء مارتن برنال
- ١٧ - مختارات فيليب لاركين
- ١٨ - الشعر النسائى فى أمريكا اللاتينية مختارات
- ١٩ - الأعمال الشعرية الكاملة جورج سفيريس
- ٢٠ - قصة العلم ج. ج. كراوثر
- ٢١ - خوخة وألف خوخة صمد بهرنجى
- ٢٢ - مذكرات رحالة عن المصريين جون أنتيس
- ٢٣ - تجلى الجميل هانز جيورج جادامر
- ٢٤ - ظلال المستقبل باتريك بارندر
- ٢٥ - مثنوى مولانا جلال الدين الرومى
- ٢٦ - دين مصر العام محمد حسين هيكل
- ٢٧ - التنوع البشرى الخلاق مقالات
- ٢٨ - رسالة فى التسامح جون لوك
- ٢٩ - الموت والوجود جيمس ب. كارس
- ٣٠ - الوثنية والإسلام (ط٢) ك. مادهو باننيكار
- ٣١ - مصادر دراسة التاريخ الإسلامى جان سوفاجيه - كلود كاين
- ٣٢ - الانقراض ديفيد روس
- ٣٣ - التاريخ الاقتصادى لإفريقيا الغربية أ. ج. هوبكنز
- ٣٤ - الرواية العربية روجر آلن
- ٣٥ - الأسطورة والحداثة پول . ب . ديكسون
- ت : أحمد درويش
- ت : أحمد فؤاد بليغ
- ت : شوقى جلال
- ت : أحمد الحضرى
- ت : محمد علاء الدين منصور
- ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
- ت : يوسف الأنطكى
- ت : مصطفى ماهر
- ت : محمود محمد عاشور
- ت : محمد معصم وعبد الجليل الأزهى وعمر حلى
- ت : هناء عبد الفتاح
- ت : أحمد محمود
- ت : عبد الوهاب غلوب
- ت : حسن المودن
- ت : أشرف رفيق عفيفى
- ت : بإشراف / أحمد عثمان
- ت : محمد مصطفى بدوى
- ت : طلعت شاهين
- ت : نعيم عطية
- ت : يعنى طريف الخولى / بدوى عبد الفتاح
- ت : ماجدة العناني
- ت : سيد أحمد على الناصرى
- ت : سعيد توفيق
- ت : بكر عباس
- ت : إبراهيم الدسوقي شتا
- ت : أحمد محمد حسين هيكل
- ت : نخبة
- ت : منى أبو سنه
- ت : بدر الديب
- ت : أحمد فؤاد بليغ
- ت : عبد الستار الطويحي / عبد الوهاب غلوب
- ت : مصطفى إبراهيم فهمى
- ت : أحمد فؤاد بليغ
- ت : حصه إبراهيم المنيف
- ت : خليل كلفت

- ٢٦ - نظريات السرد الحديثة
٢٧ - واحة سيرة وموسيقاها
٢٨ - نقد الحداثة
٢٩ - الإغريق والحسد
٤٠ - قصائد حب
٤١ - ما بعد المركزية الأوروبية
٤٢ - عالم ماك
٤٣ - الذهب المزجج
٤٤ - بعد عدة أصناف
٤٥ - التراث المغفور
٤٦ - عشرون قصيدة حب
٤٧ - تاريخ النقد الأدبي الحديث (١)
٤٨ - حضارة مصر الفرعونية
٤٩ - الإسلام في البلقان
٥٠ - ألف ليلة وألف ليلة القبول الأسير
٥١ - مسار الرواية الإسبانية الأمريكية
٥٢ - العلاج النفسي التذمعي
٥٣ - الدراما والتعليم
٥٤ - المفهوم الإغريقي للمسرح
٥٥ - ما وراء العلم
٥٦ - الأعمال الشعرية الكاملة (١)
٥٧ - الأعمال الشعرية الكاملة (٢)
٥٨ - مسرحيتان
٥٩ - المحبرة
٦٠ - التصميم والشكل
٦١ - موسوعة علم الإنسان
٦٢ - لذة النص
٦٣ - تاريخ النقد الأدبي الحديث (٢)
٦٤ - بتراند راسل (سيرة حياة)
٦٥ - في مدح الكسل ومقالات أخرى
٦٦ - خمس مسرحيات أندلسية
٦٧ - مختارات
٦٨ - نتاشا المعجز وقصص أخرى
٦٩ - العالم الإسلامي في أوائل القرن العشرين
٧٠ - ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية
٧١ - السيدة لا تصلح إلا للرمي
ت : حياة جاسم محمد
ت : جمال عبد الرحيم
ت : أنور مغيث
ت : منيرة كروان
ت : محمد عيد إبراهيم
ت : عطف أحمد / إبراهيم قصى / مصود ملج
ت : أحمد محمود
ت : المهدي أخريف
ت : مارلين تادرس
ت : أحمد محمود
ت : محمود السيد على
ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
ت : ماهر جويجاتي
ت : عبد الوهاب علوب
ت : محمد يرادة وعشقي الميزيد ويوسف الأشمكي
ت : محمد أبو العطا
ت : لطفي قطيم وعادل دمرdash
ت : مرسى سعد الدين
ت : محسن مصيلحي
ت : علي يوسف على
ت : محمود على مكي
ت : محمود السيد ، ماهر البطوطي
ت : محمد أبو العطا
ت : السيد السيد سهيم
ت : صبرى محمد عبد الفتى
مراجعة وإشراف : محمد الجوهري
ت : محمد خير البقاعي
ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
ت : رمسيس عوض
ت : رمسيس عوض
ت : عبد اللطيف عبد الحليم
ت : المهدي أخريف
ت : أشرف الصباغ
ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمي
ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
ت : حسين محمود
والاس مارتن
بريجيت شيفر
آلن تورين
بيتر والكوت
آن سكستون
بيتر جران
بنجامين باربر
أوكتايفيو پاث
ألدوس هكسلي
روبرت ج دنيا - جون ف آ فاين
بابلو نيرودا
رينيه ويليك
فرانسوا دوما
ه . ت . ثوريس
جمال الدين بن الشيخ
داريو بيانوييا وخ . م بيناليستي
بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج .
روجرسيفيتز ويوجر بيل
أ . ف . ألنجنون
ج . مايكل والتون
جون بولكنجهوم
فديريكو غرسية لوركا
فديريكو غرسية لوركا
فديريكو غرسية لوركا
كارلوس مونييث
جوهانز ايتين
شارلوت سيمور - سميث
رولان بارت
رينيه ويليك
آلان وود
برتراند راسل
أنطونيو جالا
فرناندو بيسوا
فالنتين راسموتين
عبد الرشيد إبراهيم
أوخينيو تشانج رودريجت
داريو فو

- ٧٢ - السياسى العجوز ت . س . إليوت
٧٣ - نقد استجابة القارئ جين . ب . تومكينز
٧٤ - صلاح الدين والمالكي في مصر ل . ا . سيمينوفا
٧٥ - فن التراجم والسير الذاتية أندريه موروا
٧٦ - جاك لاكان وإغواء التطيل النفسى مجموعة من الكتاب
٧٧ - تاريخ النقد الألبى الحديث ج ٣ رينيه ويليك
٧٨ - العولة: النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية رونالد روبيرتسون
٧٩ - شعورية التأليف بورييس أوسينسكى
٨٠ - بوشكين عند «نافورة الدموع» ألكسندر بوشكين
٨١ - الجماعات المتخيلة بندكت أندرسن
٨٢ - مسرح ميغيل ميغيل دى أونامونو
٨٣ - مختارات غوتفريد بن
٨٤ - موسوعة الأدب والنقد مجموعة من الكتاب
٨٥ - منصور الحلاج (مسرحية) صلاح زكى أقطاي
٨٦ - طول الليل جمال مير صادقى
٨٧ - نون والقلم جلال آل أحمد
٨٨ - الابتلاء بالتغريب جلال آل أحمد
٨٩ - الطريق الثالث أنتونى جينز
٩٠ - وسم السيف (قصص) نخبة من كتاب أمريكا اللاتينية
٩١ - المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق باربر الاسوستكا
٩٢ - أساليب ومضامين المسرح كارلوس ميغل
الإسبانوأمريكى المعاصر
٩٣ - محدثات العولة مايك فيذرستون وسكوت لاش
٩٤ - الحب الأول والصحة صمويل بيكيت
٩٥ - مختارات من المسرح الإسباني أنطونيو بويرو بايخو
٩٦ - ثلاث زنبقات ووردة قصص مختارة
٩٧ - هوية فرنسا (مع ١) فرنان برودل
٩٨ - الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى نماذج ومقالات
٩٩ - تاريخ السينما العالمية ديفيد روبنسون
١٠٠ - مساطة العولة بول هيرست وجراهام تومبسون
١٠١ - النص الروائى (تقنيات ومناهج) بيرنار فاليط
١٠٢ - السياسة والتسامح عبد الكريم الخطيبى
١٠٣ - قبر ابن عربى يليه آباء عبد الوهاب المؤيد
١٠٤ - أويرا ماهوجنى برتولت بريشت
١٠٥ - مدخل إلى النص الجامع چيرارچينيت
١٠٦ - الأدب الأندلسى د . ماريا خيسوس روبييرامتى
١٠٧ - صورة الفنان فى الشعر الأمريكى المعاصر نخبة
- ت : فؤاد مجلى
ت : حسن ناظم وعلى حاكم
ت : حسن بيومى
ت : أحمد درويش
ت : عبد المقصود عبد الكريم
ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
ت : أحمد محمود ونورا أمين
ت : سعيد الغامى وناصر حلاوى
ت : مكارم الغفرى
ت : محمد طارق الشرقاوى
ت : محمود السيد على
ت : خالد العالى
ت : عبد الحميد شيحة
ت : عبد الرزاق بركات
ت : أحمد فتحى يوسف شتا
ت : ماجدة العنانى
ت : إبراهيم الدسوقي شتا
ت : أحمد زايد ومحمد محيى الدين
ت : محمد إبراهيم مبروك
ت : محمد هناء عبد الفتاح
ت : نادية جمال الدين
ت : عبد الوهاب علوب
ت : فوزية العشماوى
ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
ت : إيوار الخراط
ت : بشير السباعى
ت : أشرف الصباغ
ت : إبراهيم قنديل
ت : إبراهيم فتحى
ت : رشيد بنحو
ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
ت : محمد بنيس
ت : عبد الغفار مكارى
ت : عبد العزيز شبيل
ت : أشرف على دعور
ت : محمد عبد الله الجعيدى

- ١٠٨ - ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسي مجموعة من النقاد
١٠٩ - حروب المياه جون بولوك وعادل درويش
١١٠ - النساء في العالم النامي حسنة بيجوم
١١١ - المرأة والجريمة فرانسيس هينسون
١١٢ - الاحتجاج الهادي أرلين علوى ماكليود
١١٣ - راية التمرد سادى پلانت
١١٤ - مسرحيات حصاء كونجى وسكان المستعق وول شوينكا
١١٥ - غرقه تخص المرء وحده فرجينيا وولف
١١٦ - امرأة مختلفة (درية شفيق) سينثيا نلسون
١١٧ - المرأة والجنوسة في الإسلام ليلي أحمد
١١٨ - النهضة النسائية في مصر بث بارون
١١٩ - النساء والأسرة وقوانين الطلاق أميرة الأزهرى سنيل
١٢٠ - الحركة النسائية والتطور في الشرق الأوسط ليلي أبو لغد
١٢١ - اللابل الصغير في كتابة المرأة العربية فاطمة موسى
١٢٢ - نظام العبيدية القديم ونموذج الإنسان جوزيف فوجت
١٢٣ - إمبراطورية العشمانية وعلاقاتها النولية نيل الكسندر وفناتولينا
١٢٤ - الفجر الكاذب جون جراى
١٢٥ - التحليل الموسيقى سيدريك ثورپ ديفى
١٢٦ - فعل القراءة فوافنانج إيسر
١٢٧ - إرهاب صفاء فتحى
١٢٨ - الأدب المقارن سوزان باسنيت
١٢٩ - الرواية الإسبانية المعاصرة ماريا دولورس أسيس جاروته
١٣٠ - الشرق يصعد ثانية أندريه جوندرو فرائك
١٣١ - مصر القديمة (التاريخ الاجتماعى) مجموعة من المؤلفين
١٣٢ - ثقافة العولة مايك فيدرستون
١٣٣ - الخوف من المرايا طارق على
١٣٤ - تشريح حضارة بارى ج. كيمب
١٣٥ - المختار من نقد ت. س. إليوت (ثلاثة أجزاء) ت. س. إليوت
١٣٦ - فلاحو الباشا كينيث كرونو
١٣٧ - مذكرات ضابط في الحملة الفرنسية جوزيف مارى مواريه
١٣٨ - عالم التيفزيون بين الجمال والعنف إيلينا تارونى
١٣٩ - باريس فيقال ريشارد فاچنر
١٤٠ - حيث تلقى الأثهار هيربرت ميسن
١٤١ - اثنتا عشرة مسرحية يونانية مجموعة من المؤلفين
١٤٢ - الإسكندرية : تاريخ ودليل أ. م. فورستر
١٤٣ - قضيا التطور في البحث الاجتماعى ديريك لايدار
١٤٤ - صاحبة اللوكاندة كارلو جولدوني
- ت : محمود على مكى
ت : هاشم أحمد محمد
ت : منى قطان
ت : ريهام حسين إبراهيم
ت : إكرام يوسف
ت : أحمد حسان
ت : نسيم مجلى
ت : سميه رمضان
ت : نهاد أحمد سالم
ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
ت : لميس النقاش
ت : ياشرف / رؤوف عباس
ت : نخبه من المترجمين
ت : محمد الجندى ، وإيزابيل كمال
ت : منيرة كروان
ت : أنور محمد إبراهيم
ت : أحمد فؤاد بليغ
ت : سمحه الخولى
ت : عبد الوهاب علوب
ت : بشير السباعى
ت : أميرة حسن نورية
ت : محمد أبو العطا وآخرون
ت : شوقي جلال
ت : لويس بقطر
ت : عبد الوهاب علوب
ت : طلعت الشايب
ت : أحمد محمود
ت : ماهر شفيق فريد
ت : سحر توفيق
ت : كاميليا صبحى
ت : وجيه سمعان عبد المسيح
ت : مصطفى ماهر
ت : أمل الجبوري
ت : نعيم عطية
ت : حسن بيومى
ت : عدلى السمرى
ت : سلامة محمد سليمان

- ١٤٥ - موت أرتيميو كروث
١٤٦ - الورقة الحمراء
١٤٧ - خطبة الإدانة الطويلة
١٤٨ - القصة القصيرة (النظرية والتقنية)
١٤٩ - النظرية الشعرية عند إليوت وألونيس
١٥٠ - التجربة الإغريقية
١٥١ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ١)
١٥٢ - عدالة الهنود وقصص أخرى
١٥٣ - غرام الفراطة
١٥٤ - مدرسة فرانكفورت
١٥٥ - الشعر الأمريكي المعاصر
١٥٦ - المدارس الجمالية الكبرى
١٥٧ - خسرو وشيرين
١٥٨ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ٢)
١٥٩ - الإيديولوجية
١٦٠ - آلة الطبيعة
١٦١ - من المسرح الإسباني
١٦٢ - تاريخ الكنيسة
١٦٣ - موسوعة علم الاجتماع ج ١
١٦٤ - شامبوليون (حياة من نور)
١٦٥ - حكايات الثعلب
١٦٦ - العلاقات بين التبني والعمالة في إسرائيل
١٦٧ - في عالم طاغور
١٦٨ - دراسات في الأدب والثقافة
١٦٩ - إبداعات أدبية
١٧٠ - الطريق
١٧١ - وضع حد
١٧٢ - حجر الشمس
١٧٣ - معنى الجمال
١٧٤ - صناعة الثقافة السوداء
١٧٥ - التليفزيون في الحياة اليومية
١٧٦ - نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية
١٧٧ - أنطون تشيخوف
١٧٨ - مخترعات من الشعر الهيتاني الحديث
١٧٩ - حكايات أيسوب
١٨٠ - قصة جاويد
١٨١ - النقد الأدبي الأمريكي
- ت : أحمد حسان
ت : علي عبد الرؤوف البعبي
ت : عبد الغفار مكاوي
ت : علي إبراهيم علي منوفي
ت : أسامة إسبر
ت : منيرة كروان
ت : بشير السباعي
ت : محمد محمد الخطابي
ت : فاطمة عبد الله محمود
ت : خليل كلفت
ت : أحمد مرسى
ت : مي التلمساني
ت : عبد العزيز بقوش
ت : بشير السباعي
ت : إبراهيم فتحي
ت : حسين بيومي
ت : زيدان عبد العظيم زيدان
ت : صلاح عبد العزيز مجبوب
ت : بإشراف : محمد الجوهري
ت : نبيل سعد
ت : سهير المصادقة
ت : محمد محمود أبو غدير
ت : شكرى محمد عياد
ت : شكرى محمد عياد
ت : شكرى محمد عياد
ت : بسام ياسين رشيد
ت : هدى حسين
ت : محمد محمد الخطابي
ت : إمام عبد الفتاح إمام
ت : أحمد محمود
ت : وجيه سمعان عبد المسيح
ت : جلال البنا
ت : حمزة إبراهيم منيف
ت : محمد حمدي إبراهيم
ت : إمام عبد الفتاح إمام
ت : سليم عبد الأمير حمدان
ت : محمد يحيى
- كارلوس فوينتس
ميجيل دي ليبس
تاتركيد نورست
إنريكي أندرسون إمبرت
عاطف فضول
روبرت ج. ليتمان
فرنان برودل
نخبة من الكتاب
فيولين فاتويك
فيل سلتير
نخبة من الشعراء
جى أنبال وآلان وأديت فيرمو
النظامى الكونجى
فرنان برودل
ديفيد هوكس
بول إيرليش
اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا
يوجنا الآسيوى
جورجون مارشال
جان لوكوتير
أ . ن أفانا سيفا
يشعياهو ليفمان
رابندراناث طاغور
مجموعة من المؤلفين
مجموعة من المبدعين
ميفيل دالبييس
فرانك بيجو
مختارات
ولتر ت . ستيتس
ابليس كاشمور
لورينزو فيلنيس
توم تيتنبرج
هنرى تروايا
نخبة من الشعراء
أيسوب
إسماعيل فصيح
فنست . ب . ليتش

- ١٨٢ - العنف والتبوية و . ب . بيتس
- ١٨٣ - جان كوكو على شاشة السينما رينيه جيلسون
- ١٨٤ - القاهرة .. حالة لا تنام هانز إبنورفر
- ١٨٥ - أسفار العهد القديم توماس تومسن
- ١٨٦ - معجم مصطلحات هيجل ميخائيل أنود
- ١٨٧ - الأرضة بَزْدَجْ عُلُوْى
- ١٨٨ - موت الأدب القين كرنان
- ١٨٩ - العمى والبصيرة پول دى مان
- ١٩٠ - محاورات كونفوشيوس كونفوشيوس
- ١٩١ - الكلام رأسمال الحاج أبو بكر إمام
- ١٩٢ - سياحتنامة إبراهيم بيك زين العابدين المراهي
- ١٩٣ - عامل المنجم بيتر أبراهامز
- ١٩٤ - مختارات من النقد الأجلو-أمريكي مجموعة من النقاد
- ١٩٥ - شتاء ٨٤ إسماعيل قصيص
- ١٩٦ - المهلة الأخيرة فالتين راسبوتين
- ١٩٧ - الفاروق شمس العلماء شبلى النعماني
- ١٩٨ - الاتصال الجماهيري إوزين إمري وآخرون
- ١٩٩ - تاريخ يهود مصر في الفترة العشانية يعقوب لاندواي
- ٢٠٠ - ضحايا التنمية جيرمي سبيروك
- ٢٠١ - الجانب الديني للفلسفة جوزايا رويس
- ٢٠٢ - تاريخ النقد الأدبي الحديث ج٢ رينيه ويليك
- ٢٠٣ - الشعر والشاعرية الطاف حسين هالي
- ٢٠٤ - تاريخ نقد العهد القديم زلمان شاراز
- ٢٠٥ - الجينات والشعوب واللغات لوجي لوقا كافاللي - سفورزا
- ٢٠٦ - الهولوية تصنع علماء جديداً جيمس جلايك
- ٢٠٧ - ليل إفريقي رامون خوتاسنديز
- ٢٠٨ - شخصية العربي في المسرح الإسرائيلي دان أوريان
- ٢٠٩ - السرد والمسرح مجموعة من المؤلفين
- ٢١٠ - مثنويات حكيم سنائي سنائي الغزنوي
- ٢١١ - فرديناند دوسومير جوناثان كلر
- ٢١٢ - قصص الأمير مرزيان مرزيان بن رستم بن شروين
- ٢١٣ - مصر منذ قوم ثلثين حتى رجل عد القصر ريمون فلاور
- ٢١٤ - قواعد جديدة للمنهج في علم الاجتماع أنتوني جيندز
- ٢١٥ - سياحت نامه إبراهيم بيك ج٢ زين العابدين المراهي
- ٢١٦ - جوانب أخرى من حياتهم مجموعة من المؤلفين
- ٢١٧ - مسرحيتان طبيعيتان صمويل بيكيت
- ٢١٨ - راويلا خوليو كورتازان
- ت : ياسين طه حافظ
- ت : قنقى العشرى
- ت : دسوقي سعيد
- ت : عبد الوهاب علوب
- ت : إمام عبد الفتاح إمام
- ت : علاء منصور
- ت : بدر الديب
- ت : سعيد القانمى
- ت : محسن سيد فرجاني
- ت : مصطفى حجازي السيد
- ت : محمود سلامة علاوى
- ت : محمد عبد الواحد محمد
- ت : ماهر شفيق فريد
- ت : محمد علاء الدين منصور
- ت : أشرف الصباغ
- ت : جلال السعيد الحفناوى
- ت : إبراهيم سلامة إبراهيم
- ت : جمال أحمد الرقاعي وأحمد عبد اللطيف حماد
- ت : فخرى ليب
- ت : أحمد الأنصاري
- ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
- ت : جلال السعيد الحفناوى
- ت : أحمد محمود هويدى
- ت : أحمد مستجير
- ت : على يوسف على
- ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
- ت : محمد أحمد صالح
- ت : أشرف الصباغ
- ت : يوسف عبد الفتاح فرج
- ت : محمود حمدي عبد القنى
- ت : يوسف عبد الفتاح فرج
- ت : سيد أحمد على الناصري
- ت : محمد محمود محي الدين
- ت : محمود سلامة علاوى
- ت : أشرف الصباغ
- ت : نادية البنهاوى
- ت : على إبراهيم على منوفى

٢١٩ - بقايا اليوم	كازو ايشجورو	ت : طلعت الشايب
٢٢٠ - الهولوية في الكون	بارى باركر	ت : علي يوسف علي
٢٢١ - شعرية كفاقي	جريجوري جوزداتيس	ت : رفعت سلام
٢٢٢ - فرانز كافكا	رونالد جراي	ت : نسيم مجلي
٢٢٣ - العلم في مجتمع حر	بول فيرابنر	ت : السيد محمد نقادي
٢٢٤ - دمار يوغسلافيا	يرانكا ماجاس	ت : منى عبد الظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ - حكاية غريق	جابريل جارتيا ماركث	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٦ - أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هريت لورانس	ت : طاهر محمد علي البريري
٢٢٧ - للروح الإنسانية في القرن السابع عشر	موسى مارديا ديف بوركي	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٨ - علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت رولف	ت : ماري تيريز عبد المسيح وخالد حسن
٢٢٩ - مازق البطل الوحيد	نورمان كيما	ت : أمير إبراهيم العمري
٢٣٠ - عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣١ - الدرافيل	خايمي سالوم بيدال	ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٢٣٢ - مابعد المعلومات	توم ستينر	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٢٣٣ - فكرة الاضمحلال	أرثر هيرمان	ت : طلعت الشايب
٢٣٤ - الإسلام في السودان	ج. سينسر تريمنجهام	ت : فؤاد محمد عكود
٢٣٥ - نيوان شمس تيريزي ج ١	جلال الدين الرومي	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٣٦ - الولاية	ميشيل تود	ت : أحمد الطيب
٢٣٧ - مصر أرض الوادي	روين فيدين	ت : عنايات حسين طلعت
٢٣٨ - العولة والتحرير	الانكتاد	ت : ياسر محمد جاد الله وعيسى مندولي أحمد
٢٣٩ - العربي في الأدب الإسرائيلي	جيلرافر - وايوخ	ت : نائبة سليمان حافظ وإيهاب صلاح فايق
٢٤٠ - الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كاسي حافظ	ت : صلاح عبد العزيز محمود
٢٤١ - في انتظار البرابرة	ك. م. كويتز	ت : ابتسام عبد الله سعيد
٢٤٢ - سبعة أنماط من الفموض	وليام إمبسون	ت : صبري محمد حسن عبد النبي
٢٤٣ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج ١	ليفى برونفسال	ت : مجموعة من المترجمين
٢٤٤ - الفليان	لاورا إسكييل	ت : نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ - نساء مقاتلات	إليزابيتا أديس	ت : توفيق علي منصور
٢٤٦ - قصص مختارة	جابريل جرتيا ماركث	ت : علي إبراهيم علي منوفي
٢٤٧ - الثقافة الجماهيرية والحداثة في مصر	وولتر أرمبرست	ت : محمد الشرقاوي
٢٤٨ - حقول عدن الخضراء	أنطوني جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٢٤٩ - لغة التمزق	دراجو شتامبيوك	ت : رفعت سلام
٢٥٠ - علم اجتماع العلوم	دومنيك فينك	ت : ماجدة أباطة
٢٥١ - موسوعة علم الاجتماع ج ٢	جورون مارشال	ت : بإشراف : محمد الجوهري
٢٥٢ - راضات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	ت : علي بدران
٢٥٣ - تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينوفا	ت : حسن بيومي
٢٥٤ - الفلسفة	ديف روينسون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ - أفلاطون	ديف روينسون وجودي جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام

- ٢٥٦ - ديكاوت
٢٥٧ - تاريخ الفلسفة الحديثة
٢٥٨ - الفجر
٢٥٩ - مختارات من الشعر الأرمني
٢٦٠ - موسوعة علم الاجتماع ج٢
٢٦١ - رحلة في فكر زكي نجيب محمود
٢٦٢ - مدينة المعجزات
٢٦٣ - الكشف عن حافة الزمن
٢٦٤ - إبداعات شعرية مترجمة
٢٦٥ - روايات مترجمة
٢٦٦ - مدير المدرسة
٢٦٧ - فن الرواية
٢٦٨ - ديوان شمس تبريزي ج٢
٢٦٩ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١
٢٧٠ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢
٢٧١ - الحضارة الغريبة
٢٧٢ - الألبيرة الأثرية في مصر
٢٧٣ - الاستثمار والثروة في الشرق الأوسط
٢٧٤ - السيدة بريارا
٢٧٥ - د.س. إليوت شاعرًا وثقافيًا وكاتبًا مسرحيًا
٢٧٦ - فنون السينما
٢٧٧ - الجينات: الصراع من أجل الحياة
٢٧٨ - البدايات
٢٧٩ - الحرب الباردة الثقافية
٢٨٠ - من الأدب الهندي الحديث والمعاصر
٢٨١ - الفربوس الأعلى
٢٨٢ - طبيعة العلم غير الطبيعية
٢٨٣ - السهل يحترق
٢٨٤ - هرقل مجنونًا
٢٨٥ - رحلة الحاجة حسن نظامي
٢٨٦ - رحلة إبراهيم بك ج٢
٢٨٧ - الثقافة والعمل والنظام العالمي
٢٨٨ - الفن الروائي
٢٨٩ - ديوان منجوهري الدامغاني
٢٩٠ - علم الترجمة واللغة
٢٩١ - المسرح الإسباني في القرن العشرين ج١
٢٩٢ - المسرح الإسباني في القرن العشرين ج٢
- ديف روبنسون وجودي جروفز
وليم كلي رايت
سير أنجوس فريزر
نخبة
جوردون مارشال
زكي نجيب محمود
إيوارد منوثا
جون جرين
هوراس / شلي
أوسكار وايلد وسموئيل جونسون
جلال آل أحمد
ميلان كونديرا
جلال الدين الرومي
وليم جيفور بالجريف
وليم جيفور بالجريف
توماس سي. ياترسون
س. س. والترز
جوان آر. لوك
رومولو جلاجوس
أقلام مختلفة
فرانك جوتيران
بريان فورد
إسحق عظيموف
فرانسيس ستونر سوتدرز
بريم شند وآخرون
مولانا عبد الحليم شرر الكهنوي
لويس وليبرت
خوان روافو
يوريبيدس
حسن نظامي
زين العابدين المرافي
أنثوني كينج
ديفيد لودج
أبو نجم أحمد بن قوص
جورج مونان
فرانشيسكو رويس رامون
فرانشيسكو رويس رامون
- ت : إمام عبد الفتاح إمام
ت : محمود سيد أحمد
ت : عبادة كحيلة
ت : فاروچان كازانچيان
ت بإشراف : محمد الجوهري
ت : إمام عبد الفتاح إمام
ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
ت : علي يوسف علي
ت : لويس عوض
ت : لويس عوض
ت : عادل عبد المنعم سويلم
ت : بدر الدين عروكي
ت : إبراهيم الدسوقي شتا
ت : صبري محمد حسن
ت : صبري محمد حسن
ت : شوقي جلال
ت : إبراهيم سلامة
ت : عنان الشهاري
ت : محمود علي مكي
ت : ماهر شفيق فريد
ت : عبد القادر التلمساني
ت : أحمد فوزي
ت : ظريف عبد الله
ت : طلعت الشايب
ت : سمير عبد الحميد
ت : جلال الحفناوي
ت : سمير حنا صادق
ت : علي اليمبي
ت : أحمد عثمان
ت : سمير عبد الحميد
ت : محمود سلامة ملاوي
ت : محمد يحيى وآخرون
ت : ماهر البطوطي
ت : محمد نور الدين
ت : أحمد زكريا إبراهيم
ت : السيد عبد الظاهر
ت : السيد عبد الظاهر

٢٩٣ - مقدمة للادب العربي	روجر آلان	ت : نخبة من المترجمين
٢٩٤ - فن الشعر	بوالو	ت : رجاء ياقوت صالح
٢٩٥ - سلطان الأسطورة	جوزيف كامبل	ت : بدر الدين حب الله الديب
٢٩٦ - مكبث	وليم شكسبير	ت : محمد مصطفى بدوى
٢٩٧ - فن الترميز بين اليونانية والسورياتية	ديونيسيوس ثراكس - يوسف الأهوانى	ت : ماجدة محمد أنور
٢٩٨ - مأساة العبيد	أبو بكر تفاعايليوه	ت : مصطفى حجازى السيد
٢٩٩ - ثورة التكنولوجيا الحيوية	جين ل. ماركس	ت : هاشم أحمد قزاد
٣٠٠ - أسطورة برومئوس مج١	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى وبهاء جاهين
٣٠١ - أسطورة برومئوس مج٢	لويس عوض	ت : جمال الجزيرى ومحمد الجندى
٣٠٢ - فنجنشتين	جون هيتون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٣ - بوذا	جين هوب وويرن فان لون	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٤ - ماركس	ريوس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٣٠٥ - الجلد	كروزيو مالابارته	ت : صلاح عبد الصبور
٣٠٦ - الحامسة - النقد الكانطى للتاريخ	جان - فرانسوا ليوتار	ت : نبيل سعد
٣٠٧ - الشعور	ديفيد بابينو	ت : محمود محمد أحمد
٣٠٨ - علم الوراثة	ستيف جونز	ت : ممنوح عبد المنعم أحمد
٣٠٩ - الذهن والمخ	انجوس چيلاتى	ت : جمال الجزيرى
٣١٠ - يونج	ناجى هيد	ت : محبى الدين محمد حسن
٣١١ - مقال فى المنهج الفلسفى	كوانجود	ت : فاطمة إسماعيل
٣١٢ - روح الشعب الأسود	وليم دى بويز	ت : أسعد حليم
٣١٣ - أمثال فلسطينية	خابير بيان	ت : عبد الله الجعدي
٣١٤ - الفن كهدم	جينس مينيك	ت : هويدا السباعى
٣١٥ - جرامشى فى العالم العربى	ميشيل بروندينو	ت : كاميليا صبحى
٣١٦ - محاكمة سقراط	آ. ف. ستون	ت : نسيم مجلى
٣١٧ - بلا غد	شير لايموفا - زنيكين	ت : أشرف الصباغ
٣١٨ - الادب الروسى فى السنوات العشر الأخيرة	نخبة	ت : أشرف الصباغ
٣١٩ - صور دريدا	جاينز ياسيفياك وكريستوفر نوريس	ت : حسام نايل
٣٢٠ - لمعة السراج فى حضرة التاج	محمد روشن	ت : محمد علاء الدين منصور
٣٢١ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج٢	ليفى برو فنسال	ت : نخبة من المترجمين
٣٢٢ - التاريخ الغربى للفن الحديث	دليوجين كلينياور	ت : خالد مفلح حمزة
٣٢٣ - فن الساتورا	تراث يونانى قديم	ت : هانم سليمان
٣٢٤ - اللعب بالنار	أشرف أسدى	ت : محمود سلامة علاوى
٣٢٥ - عالم الآثار	فيليب بوسان	ت : كريستين يوسف
٣٢٦ - المعرفة والمصلحة	جورجين هابرماس	ت : حسن صقر
٣٢٧ - مختارات شعرية مترجمة	نخبة	ت : توفيق على منصور
٣٢٨ - يوسف وزليخة	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٣٢٩ - رسائل عبد الميلاذ	تد هيوز	ت : محمد عيد إبراهيم

٢٢٠ - كل شيء عن التمثيل الصامت	مارفن شبرد	ت : سامى صلاح
٢٢١ - عندما جاء السردين	ستيفن جراي	ت : سامية دياب
٢٢٢ - القصة القصيرة فى اسبانيا	نخبة	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٢٣ - الإسلام فى بريطانيا	نبيل مطر	ت : بكر عباس
٢٢٤ - لقطات من المستقبل	آرثر س. كلارك	ت : مصطفى فهمى
٢٢٥ - عصر الشك	ناتالى ساروت	ت : فتحى العشرى
٢٢٦ - متون الأهرام	نصوص قديمة	ت : حسن صابر
٢٢٧ - فلسفة الولاء	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٢٨ - قصص قصيرة من الهند	نخبة	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٢٩ - تاريخ الأدب فى إيران ج٣	على أصغر حكمت	ت : محمد علاء الدين منصور
٢٣٠ - اضطراب فى الشرق الأوسط	بيرش بيربيروجلو	ت : فخرى لبيب
٢٣١ - قصائد من رلكه	راينر ماريا رلكه	ت : حسن حلمى
٢٣٢ - سلمان وأبسال	نور الدين عبد الرحمن بن أحمد	ت : عبد العزيز بقوش
٢٣٣ - العالم البرجوازي الزائل	نادين جورديمر	ت : سمير عبد ربه
٢٣٤ - الموت فى الشمس	بيتر بلانجوه	ت : سمير عبد ربه
٢٣٥ - الركن خلف الزمن	بونه ندائى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢٣٦ - سحر مصر	رشاد رشدى	ت : جمال الجزيرى
٢٣٧ - الصبية الطائشون	جان كوكتو	ت : بكر الحلو
٢٣٨ - المتصلة الأولون فى الأدب التركى جا	محمد فؤاد كوبريلى	ت : عبد الله أحمد إبراهيم
٢٣٩ - دليل القارئ إلى الثقافة الجادة	آرثر والدرون وآخرين	ت : أحمد عمر شاهين
٢٤٠ - بانوراما الحياة السياحية	أقلام مختلفة	ت : عطية شحاتة
٢٤١ - مبادئ المنطق	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٤٢ - قصائد من كفافيس	قسطنطين كفافيس	ت : نعيم عطية
٢٤٣ - الفن الإسلامى فى الأندلس (فرنسية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٤٤ - الفن الإسلامى فى الأندلس (ثباتية)	باسيليو بابون مالدونالد	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٤٥ - التيارات السياسية فى إيران	حجت مرتضى	ت : محمود سلامة علاوى
٢٤٦ - الميراث المر	بول سالم	ت : بدر الرفاعى
٢٤٧ - متون هيرميس	نصوص قديمة	ت : عمر الفاروق عمر
٢٤٨ - أمثال الهوسا العامة	نخبة	ت : مصطفى حجازى السيد
٢٤٩ - محاورات بارمنيدس	أفلاطون	ت : حبيب الشارونى
٢٥٠ - أنثروبولوجيا اللغة	أندريه جاكوب ونويلا باركان	ت : نيلى الشريينى
٢٥١ - التصحر : التهديد والمجابهة	ألان جرينجر	ت : عاطف معتمد وأمال شاور
٢٥٢ - تلميذ باينبرج	هاينرش شبورال	ت : سيد أحمد فتح الله
٢٥٣ - حركات التحرر الأفريقى	ريتشارد جيبسون	ت : صبرى محمد حسن
٢٥٤ - حادثة شكسبير	إسماعيل سراج الدين	ت : نجلاء أبو عجاج
٢٥٥ - سام باريس	شارل بودلير	ت : محمد أحمد حمد
٢٥٦ - نساء يركضن مع الذئب	كلاريسا بنكولا	ت : مصطفى محمود محمد

٢٦٧- القلم الجريء	نخبة	ت: البراق عبدالهادى رضا
٢٦٨- المصطلح السردى	جيرالد برنس	ت: عابد خزندار
٢٦٩- المرأة فى أدب نجيب محفوظ	فوزية العشماوى	ت: فوزية العشماوى
٢٧٠- الفن والحياة فى مصر الفرعونية	كليلا لويت	ت: فاطمة عبدالله محمود
٢٧١- المتصوفة الأولون فى الأدب التركى ج ٢	محمد فؤاد كوبريلى	ت: عبدالله أحمد إبراهيم
٢٧٢- عاش الشباب	وانغ مينغ	ت: وحيد السعيد عبدالحميد
٢٧٣- كيف تعد رسالة دكتوراه	أميرتو إيكو	ت: على إبراهيم على منوفى
٢٧٤- اليوم السادس	أنذريه شديد	ت: حمادة إبراهيم
٢٧٥- الخلود	ميلان كونديرا	ت: خالد أبو اليزيد
٢٧٦- الغضب وأحلام السنين	نخبة	ت: إدوار الخراط
٢٧٧- تاريخ الأدب فى إيران ج ٤	على أصغر حكمت	ت: محمد علاء الدين منصور
٢٧٨- المسافر	محمد إقبال	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٢٧٩- ملك فى الحديقة	سنيل باث	ت: جمال عبدالرحمن
٢٨٠- حديث عن الخسارة	جونتر جراس	ت: شيرين عبدالسلام
٢٨١- أساسيات اللغة	ر. ل. تراسك	ت: رانيا إبراهيم يوسف
٢٨٢- تاريخ طبرستان	بهاء الدين محمد إسفنديار	ت: أحمد محمد نادى
٢٨٣- هدية الحجاز	محمد إقبال	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٢٨٤- القصص التي يحكيها الأطفال	سوزان إنجيل	ت: إيزابيل كمال
٢٨٥- مشترى العشق	محمد على بهزادراد	ت: يوسف عبدالفتاح فرج
٢٨٦- دفاعاً عن التاريخ الأدبى النسوى	جانيت تود	ت: ريهام حسين إبراهيم
٢٨٧- أغنيات وسوناتات	چون دن	ت: بهاء جاهين
٢٨٨- مواعظ سعدى الشيرازى	سعدى الشيرازى	ت: محمد علاء الدين منصور
٢٨٩- من الأدب الباكستانى المعاصر	نخبة	ت: سمير عبدالحميد إبراهيم
٢٩٠- الأرشيفات والمدن الكبرى	نخبة	ت: عثمان مصطفى عثمان
٢٩١- الحافلة الليلية	مايف بينشى	ت: منى الدروبي
٢٩٢- مقامات ورسائل أندلسية	نخبة	ت: عبداللطيف عبدالحليم
٢٩٣- فى قلب الشرق	ندوة لويس ماسينيون	ت: نخبة
٢٩٤- القوى الأساسية الأربع فى الكون	بول ديفيز	ت: هاشم أحمد محمد
٢٩٥- آلام سياوش	إسماعيل فصيح	ت: سليم حمدان
٢٩٦- السافاك	تقى نجارى راد	ت: محمود سلامة علاوى
٢٩٧- نيتشه	لورانس جين	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٢٩٨- سارتر	فيليب تودى	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٢٩٩- كامى	ديفيد ميروفتس	ت: إمام عبدالفتاح إمام
٤٠٠- مومو	مشتياثيل إنذه	ت: باهر الجوهري
٤٠١- الرياضيات	زيادون ساردر	ت: ممدوح عبد المنعم
٤٠٢- هوكنج	ج. ب. ماك أيفوى	ت: ممدوح عبدالمنعم

التنفيذ والطباعة: Stampa

١١ ميدان سفتكس - المهندسين

تليفون: 3448824 - 3034408

Introducing... Hawking

& j.p. McEvoy
Oscar Zarate

أقدم لك ... هذه السلسلة!

ليست أفكار الفلسفة هي وحدها الغامضة، بل هناك أيضاً كثرة كثيرة من الأفكار العلمية - في جميع العلوم تقريباً بلا استثناء - يصعب على القارئ غير المتخصص أن يستوعبها بسهولة، ومن ثم فهي تحتاج إلى شرح وإيضاح بالرسوم والصور فما هو الشعور واللا شعور؟ وما هو الفرق بين الذهن والمخ، وكيف نتعامل معهما. وما هي الوراثة والمورثات؟ وما الرياضيات، ولماذا كانت غامضة بالنسبة لمعظم الناس؟ كما أننا نحتاج إلى أن نعرف شيئاً عن كبار من العلماء بطريقة مبسطة - عن فرويد وبونج وكلاين ونيوتن وهوكنج الخ.

وإذا كانت الأعداد الستة الأولى من هذه السلسلة قد عرضت لمجموعة من الفلاسفة لاستجلاء غوامض أفكارهم عن طريق الرسوم، والصور، والأشكال التوضيحية، فأنا نفعل الشيء نفسه بالنسبة للأفكار العلمية، عن الشعور، واللاشعور، والذهن، والمخ الخ. وغيرها من أفكار وإننا نأمل أن يجد فيها القارئ نفس المتعة السابقة.

سلسلة حولك